

北部水産グループ
資源増殖チーム

ナマコの放流技術の向上と環境浄化機能の現場検証

白樫 真・宇都宮のぞみ・木村聡一郎・森本遼平

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、単価が下がったといわれている。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。

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、効果的な放流技術を開発するため、浮遊幼生や受精卵を放流し、DNAにより親子関係を判定する技術を利用して放流効果を検証した。

また、砂泥域に生息するアオ、クロは、有機物が含まれる砂や泥を摂餌しフンとして排泄するため、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、底質の浄化機能について現場での実証試験を実施した。

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、区別せずに飼育した。

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>Chaetoceros neogracile</i>	自家培養	
C.c.	<i>Chaetoceros calcitrans</i>	高密度培養	市販品 (1.0x10 ⁸ cells/ml)
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+貝化石	粉末	7kg「ソゴ-8」：貝化石の1：1混合物

・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

2019年3月15日、4月4日及び5月14日に国東市国見地先で採捕されたアオ、クロ合計235尾（平均体重644g）を1t角型FRP水槽5面に收容した。飼育中は体表のビラン、内臓の吐き出し、斃死した個体は取り除いた。

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。残餌及びフンは適宜サイフォンで除去した。採卵に供する親を收容した水槽は採卵可能期間を延ばすため自然水温より約5℃低く調温し、2019年3月15日～5月20日まで飼育した。

採卵は期間中に5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、体表に付着するコペポダを除去するため、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個体ずつ收容し、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水槽に收容してふ化させた。なお、DNA分析に供するため、採卵、媒精に用いた雌雄個体から触手切片を採取し、99.9%エタノールで保存後、分析に供した（表3）。

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	1t, 円形, PE	0~0.5	なし	20°C調温	C.c.:200ml、C.g.:1個体当1万細胞/ml	アル:8g
着底初期の飼育	1t, 円形, PE	1	ミカンネット 波板	調温なし	C.g. 1万細胞/ml	アル:8g
稚ナマコの飼育	1t, 円形, PE	1	ミカンネット 波板	調温なし	C.g. 1万細胞/ml (採苗後14日まで)	アル:8g (採苗後14日以降)

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.もしくはC.g.を給餌した。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、飼育水槽にミカンネットもしくは付着珪藻を繁茂させた波板を投入することで行った。稚ナマコに変態した後はC.gおよびアルを給餌した。

2. 放流効果の検証

放流には、今年度当グループで生産した受精卵および幼生を用いた。放流場所は、外部とのナマコの移出入がほとんどないとされる豊後高田市香々地新波止港とした。漁港内の底質は砂泥帯であった。

放流前の2019年4月15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1左)およびノリ網を入れた靱殻ネット(図1右)を、それぞれ4基、2基を1セットとして昨年度採苗実績の高かった漁港内A~Cの3ヶ所(図2)に設置した。2019年4月23日に第1回次の6日齢の初期幼生1,424万個体、第2回次の受精卵2,096万粒、6月2日に球状体の確認できた後期アウリクリア幼生450万個体を放流した。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。また、DNA分析のため放流群の一部は稚ナマコまで飼育を継続し、99.9%エタノールで保存後、分析に供した(表3)。

2019年9月19日にA~C区に設置した全ての採苗器(各区6基)を回収し、採捕したナマコは体重を測定後、マナモコ放流用種苗生産指針¹⁾を参考にPCRまでを当グループで行い、DNA分析に供した(表3)。なお、PCRに使用したプライマーは、長崎県²⁾と同様の11種類とした。DNAシーケンス解析は株式会社ファスマックに依頼した。波形データの読み取りおよび親子鑑定については地方独立行政法人北海道立総合研究機構函館水産試験場で研修を受けて実施し

た。

また、ミトコンドリアDNA解析は、東北大学大学院農学研究科付属複合生態フィールド教育研究センター複合水域生産システム部で研修を受けて実施した。



図1 採苗器(左:提灯カゴ、右:靱殻ネット)



図2 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	受精日	放流日 取上日	飼育日数 (日)	DNA分析に 供した数(個)	備考
親(初期養成放流)	2019/4/17	2019/4/23	6	9(♀6, ♂3)	
親(受精卵放流)	2019/4/23	2019/4/23	0	6(♀4, ♂2)	
親(着底前幼生放流)	2019/5/20	2019/6/2	13	7(♀4, ♂3)	
子(初期養成放流)	2019/4/17	2019/6/27	71	3	
子(受精卵放流)	2019/4/23	-	-	-	生産不調により稚ナマコ取上できず
子(着底前幼生放流)	2019/5/20	2019/7/26	67	3	
採捕(2019/9/19)	-	-	-	27	

3. 環境浄化機能の検証

天然ナマコが生息する香々地新波止港内（図2）で底泥の酸揮発性硫化物（AVS）、全有機炭素（TOC）、全窒素（T-N）およびナマコ重量の増加率を指標として現場での環境浄化機能を検証した。

ナマコを収容するため、目合8mm、高さ150cmの筒状の網地に円周4mのステンレス枠を縫い付けた約1.26㎡の枠（以降、網枠）を4つ作成し、網がたるまないよう上部にブイをつけて2019年11月7日に海底（小潮干潮時水深4m）に底網が泥に埋没するように周囲3ヶ所と中央1ヶ所を杭で固定した。設置場所の底質は粘土質の泥であった。

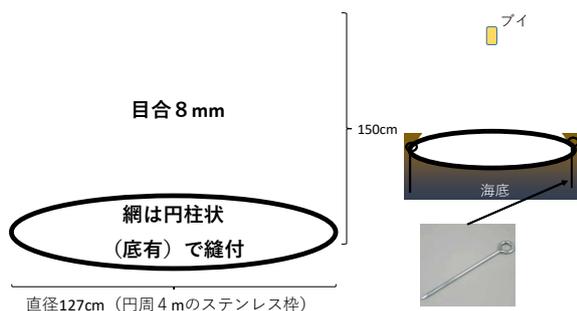


図3 環境浄化機能検証試験に用いた網枠模式図

網枠設置から21日後の11月28日に、潜水により網枠内に個数を変えてナマコを収容するとともに（2個、4個、8個、0個／網枠）、直径90mm、厚さ15mmのプラスチックシャーレを用いて、網枠内6ヶ所の表層泥を採取し、6サンプルをよく混合してAVSを測定した。またTOCおよびT-Nについては、混合サンプル冷凍後、いであ株式会社に送付し、分析を委託した。

ナマコ収容から90日後の2020年2月26日に、同様に網枠内の表層泥の採取・分析を行うとともに、ナマコを全て回収し重量を測定した。

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。本年度のクビフリンによる産卵誘発率は87.9%、ふ化率は75.7%であった。

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	誘発率 (%)	総産卵個数 (万粒)	ふ化率 (%)	種苗生産数 (千個)
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
2014	アカ	20	2	83.3	987	84.4	2
	アオ	73	6	62.4	3,971	62.0	95
2015	クロ	51	3	77.8	653	69.6	4
	アオ	226	5	15.8	1,605	87.0	54
2016	クロ	74	3	31.6	293	66.3	46
	アオ	201	11	40.5	3,855	73.8	150
2017	クロ	125	2	81.8	1,177	74.5	58
	アオ	325	12	68.9	4,649	73.7	123
2018	クロ	123	1	80.0	350	65.1	0
	アオ・クロ	381	9	61.0	9,940	95.5	8
2019	アオ・クロ	235	5	87.9	4,521	75.7	2

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できなかったため、アオ・クロ混合で採卵・受精させた。親ナマコ（雌）として計58個を採卵に用い、うち51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。本年度はシオダマリミジンコおよびスクーチカ様原生動物による稚ナマコの食害が確認された。

2. 放流効果の検証

2019年9月19日にノリ網を入れた靱殻ネットから3個体、カキ殻を入れた提灯カゴから24個体の合計27個体のナマコ（最小重量：0.07g、最大重量134.6g、平均13.3g）を採捕した（表8）。いずれの地点でもノリ網よりカキ殻採苗の方が採捕数が多かった。採捕した27個体全てについてDNA抽出およびPCRを行ったが、解析できたのは18個体であった。

DNA分析の結果、ミトコンドリアDNAでは1個体で母子の可能性が示唆されたが、マイクロサテライトDNAにより親子でないことが確定したため、今年度放流した個体の採捕は確認できなかった。

表5 採卵結果

ナマコの種類	生産回次	採卵日	採卵に使用した親数(個)	放卵を確認した親数(個)	誘発率(%)	総採卵数(万粒)	ふ化数(万个)	ふ化率(%)	備考
アオ・クロ	1	4月17日	6	6	100.0	915	1,344	100.0	
アオ・クロ	2	4月23日	14	12	85.7	2,230	-	-	産卵量の多かった4個体分。 2,096万粒受精卵放流
アオ・クロ	3	5月8日	10	7	70.0	-	-	-	産卵量少なく廃棄
アオ・クロ	4	5月17日	10	10	100.0	470	238	50.6	
アオ・クロ	5	5月20日	18	16	88.9	906	694	76.6	産卵量の多かった4個体分。
合計			58	51	87.9	4,521	2,276	75.7	

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(万个)	ふ化率(%)	日付	日齢	幼生数(万个)	生残率(%)	
アオ・クロ	1	No.1	1 t	4月17日	130.7	178	100	4月23日	6	200	112.4	4月23日に7水槽分1,556万の内1,424万個体を幼生放流。 残り132万個体は継続飼育し、5月8日に採苗し着底期飼育。
	2	No.2	1 t	4月17日	130.7	252	100	4月23日	6	180	71.4	
	3	No.3	1 t	4月17日	130.7	250	100	4月23日	6	324	129.6	
	4	No.4	1 t	4月17日	130.7	158	100	4月23日	6	240	151.9	
	5	No.5	1 t	4月17日	130.7	162	100	4月23日	6	196	121.0	
	6	No.6	1 t	4月17日	130.7	200	100	4月23日	6	188	94.0	
	7	No.7	1 t	4月17日	130.7	144	100	4月23日	6	228	158.3	
	8	No.9	1 t	4月23日	133.8	14	10	4月26日	3	4	28.6	4/23に2,096万粒受精卵放流。
	9	No.11	1 t	5月17日	152.0	152	100	6月1日	15	164	107.9	6月2日の採苗直前に水槽の底面で大量斃死したため、中層の幼生のみ回収し着底期飼育。
	10	No.19	1 t	5月17日	152.0	126	83	6月1日	15	90	71.4	
	11	No.20	1 t	5月17日	152.0	112	74	6月1日	15	104	92.9	
	12	No.9	1 t	5月20日	135.0	104	77	6月2日	13	110	105.8	6月2日に6水槽分の正常幼生514万の内450万個体を幼生放流。
	13	No.10	1 t	5月20日	135.0	102	76	6月2日	13	112	109.8	
	14	No.13	1 t	5月20日	135.0	106	79	6月2日	13	42	39.6	残り64万個体は継続飼育し、6月5日に採苗し着底期飼育。
	15	No.14	1 t	5月20日	135.0	132	98	6月2日	13	110	83.3	
	16	No.15	1 t	5月20日	135.0	136	100	6月2日	13	132	97.1	
	17	No.16	1 t	5月20日	135.0	114	84	6月2日	13	146	128.1	
合計(平均)				2,315	2,442	87	-	-	2,570	-		

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(万个)	日付	日齢	体長 [※] (mm)	個数(万个)		生残率(%)
アオ・クロ	1	No.12	1 t	ミカンネット	5月8日	107	6月27日	50	5.7	0.03	0.02	シオダマリミジンコによる食害確認
	2	No.10	1 t	波板	6月2日	228	7月26日	54	11.4	0.22	0.09	シオダマリミジンコによる食害確認
	3	No.9	1 t	ミカンネット	6月5日	86	7月26日	51	11	0.03	0.03	スクーチカ様原生動物確認
合計(平均)						421	-	-	9.4	0.27	0.1	

※推定麻酔体長 (Le)は、 $Le=5.30+2.01 \cdot (L.B)1/2$ とした⁴⁾。Lは自由に伸縮している状態の体長 (mm)、Bは同じ時の体幅 (mm)。測定にはImageJを使用した。

表8. 採捕個体内訳

採捕場所	採苗器	採苗器数(個)	採捕数(個)	解析数(個)
A	カキ殻	4	2	2
	ノリ網	2	1	
B	カキ殻	4	3	2
	ノリ網	2	1	
C	カキ殻	4	19	14
	ノリ網	2	1	
合計		18	27	18

3. 環境浄化機能の検証

図4に設置海底の日間平均水温の推移を示した。試験期間中の最高水温は17.4℃、最低水温は8.9℃であった。崔³⁾はアオナマコの活動期は水温17.5～19.0℃以下にみられると報告しており、今回の試験期間中はおおむね活動期水温であった。

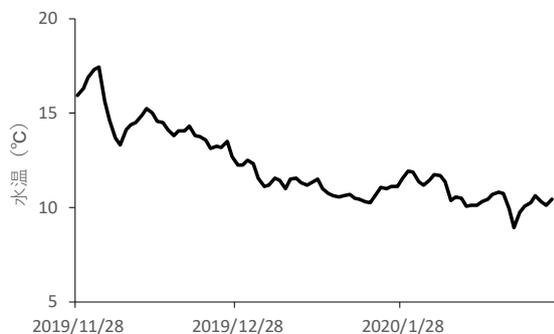


図4. 海底水温推移（香々地新波止港内）

試験開始時の測定結果を表9に示した。対照区のAVS、TOC、T-Nが低い値となったが、これは網枠設置作業時に泥の攪拌が激しかったためと考えられる。

表9 環境浄化機能試験開始時測定結果

試験区	ナマコ投入日(開始時)	投入数(個)	総重量(g)	平均体重(g)	1㎡当たりのナマコ重量(g)	AVS mg/g(乾泥)	TOC (mg/g)	T-N (mg/g)
対照区		0	-	-	0	0.53	12.7	1.9
①	2019/11/28	2	200.0	100.0	157.5	1.16	23.3	3.0
②		4	421.6	105.4	332.0	1.04	23.8	3.2
③		8	833.4	104.2	656.2	0.73	22.5	3.1

※ナマコはアオナマコ、クロナマコの区別なし。

試験終了時の測定結果を表10に示した。なお、回収時に外部からのナマコの侵入および収容したナマコの死亡はいずれの試験区でも確認されなかった。

表10 環境浄化機能試験終了時測定結果

試験区	ナマコ回収日(終了時)	回収数(個)	総重量(g)	平均体重(g)	1個体当りの日間増重量(g)	AVS mg/g(乾泥)	TOC (mg/g)	T-N (mg/g)
対照区		0	-	-	-	0.49	20.2	2.3
①	2020/2/26	2	478.6	239.3	1.5	0.26	24.9	3.2
②		4	869.3	217.3	1.2	0.25	25.7	3.4
③		8	1358.9	169.9	0.7	0.52	25.3	3.1

※ナマコはアオナマコ、クロナマコの区別なし。

各試験区の試験開始時のナマコ総重量を100%として、試験終了時のナマコ重量の増加率を図5に示した。収容密度が高くなるほど、増加率は低くなる傾向がみられた。

同様に開始時を100%として、試験終了時の底質分析結果を図6に示した。AVSはいずれの試験区でも対照区より減少率が大きく、特に試験区①と②で顕著に減少した。一方で試験区③は他の試験区よりも減少率が低く、体重の増加率も低かったことから、収容密度が過密であった可能性が示唆された。TOCお

よびT-Nについては、対照区に比べいずれの区でも増加率が低かったことから、底泥中の有機物を摂餌して成長したと考えられる。

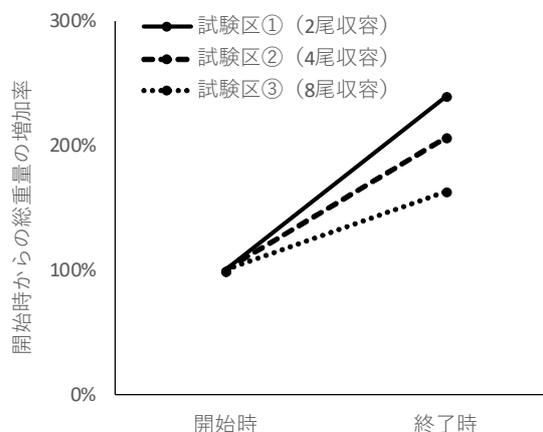


図5. 収容したナマコの体重増加率

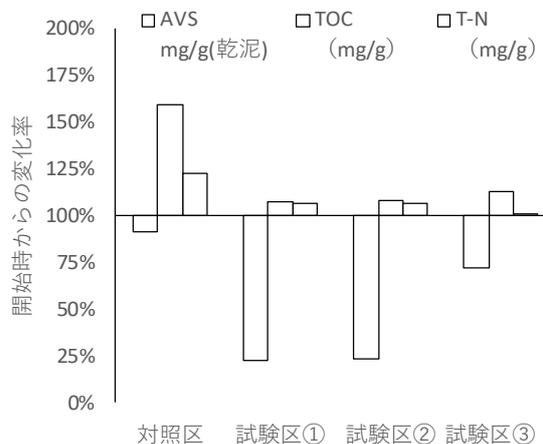


図6. 試験終了時の底泥のAVS、TOCおよびT-Nの変化率

文 献

- 1) マナマコ放流用種苗生産指針（北海道立総合研究機構栽培水産試験場,東北大学大学院農学研究科編）. 2013.
- 2) 辻貴大, 戸澤隆, 上利貴光. 遺伝標識技術による閉鎖性海域資源増殖推進事業. 平成30年度長崎県総合水産試験場事業報告 ; 23.
- 3) 崔相. 「なまこの研究 —まなまこの形態・生態・増殖—」.海文堂.1963.
- 4) 山名格介, 五嶋聖治, 浜野龍夫, 遊佐貴志, 古川佳道, 吉田奈未. 北海道および本州産マナマコの体サイズ推定のための田帰式. 日本水産学会誌 2011;77(6): 989-998.

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

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、北部水産グループが実施した。

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	6/5	6/6	6/5	6/6	6/4	6/3	6/4	6/3	6/3	6/3	10地区	
調査点数	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	60	
春季 底質	砂質	6	6	3	4	6	3	6	5	6	6	51
	石原	0	0	3	2	0	3	0	1	0	0	9
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	10/27	10/28	10/27	10/27	10/26	10/26	10/26	10/27	10/26	10/28	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	5	3	4	5	6	4	6	6	50
	石原	1	0	1	3	2	1	0	2	0	0	10
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、131 個体/m² (砂原 124 個体/m²、石原 188 個体/m²)、平均現存量は

40g/m² (砂原 23g/m²、石原 171g/m²) であった。秋季調査では、平均生息密度 16 個体/m² (砂原 18 個体/m²、石原 8 個体/m²)、平均現存量 3g/m² (砂原 2g/m²、石原 8g/m²) であった。春季調査と秋季調査とを比較すると、秋季は生息密度および現存量ともに大幅に減少した。

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)	7.9	6.8	7.3	5.1	3.6	4.0	4.3	16.0	5.8	-	6.8
最大	27.2	14.4	32.7	6.3	7.3	7.1	21.3	30.9	7.1		17.2
最小	2.8	3.2	2.3	4.1	2.4	2.0	2.5	3.4	3.9		3.0
平均生息密度(個体/m ²)	117	36	197	29	79	65	627	157	10	0	131
うち砂質(個体/m ²)	117	36	83	38	79	0	627	150	10	0	124
うち石原(個体/m ²)			470	13		129		188			188
平均現存量(g/m ²)	24	5	137	1	1	1	17	242	0.5	0	40
うち砂質(g/m ²)	24	5	2	1	1	0	17	186	0.5	0	23
うち石原(g/m ²)			463	0		2		481			171
平均殻長(mm)	7.8	6.9	8.5	15.1	3.3	4.1	7.4	-	-	-	7.6
最大	16.8	9.6	13.3	20.3	3.8	4.1	9.4				11.0
最小	4.1	3.1	4.1	4.9	2.8	4.1	5.5				4.1
平均生息密度(個体/m ²)	96	23	10	10	4	2	18	0	0	0	16
うち砂質(個体/m ²)	113	23	13	0	6	3	18	0	0	0	18
うち石原(個体/m ²)	13		0	21	0	0		0			8
平均現存量(g/m ²)	14	2	2	11	0	0	2	0	0	0	3
うち砂質(g/m ²)	15	2	2	0	0	0	2	0	0	0	2
うち石原(g/m ²)	11		0	22	0	0		0			8

地区別にみると、春季調査では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、平均生息密度は 10 ～ 627 個体/m²、平均現存量は 0.5 ～ 242g/m² の範囲であった。

また、秋季調査では、真玉地区に加えて長洲地区および和間高田地区でもアサリが確認できなかった。アサリが確認できた 7 地区の平均生息密度は、2 ～ 96 個体/m²、平均現存量は 0 ～ 14g/m² の範囲であった。

春季調査において、平均生息密度は、柳ヶ浦、高洲、長洲の順で高く、平均現存量は、長洲、高洲、

小祝の順で多かった。秋季調査において、平均生息密度は、小祝、角木、柳ヶ浦の順で高く、平均現存量は、小祝、今津の順で多かった。

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。

2019 年の春季調査では殻長 3 ～ 7mm サイズが主体で、全体の 70%を占めた。秋季調査では殻長 3 ～ 11mm サイズが多く、全体の 86%を占めた。

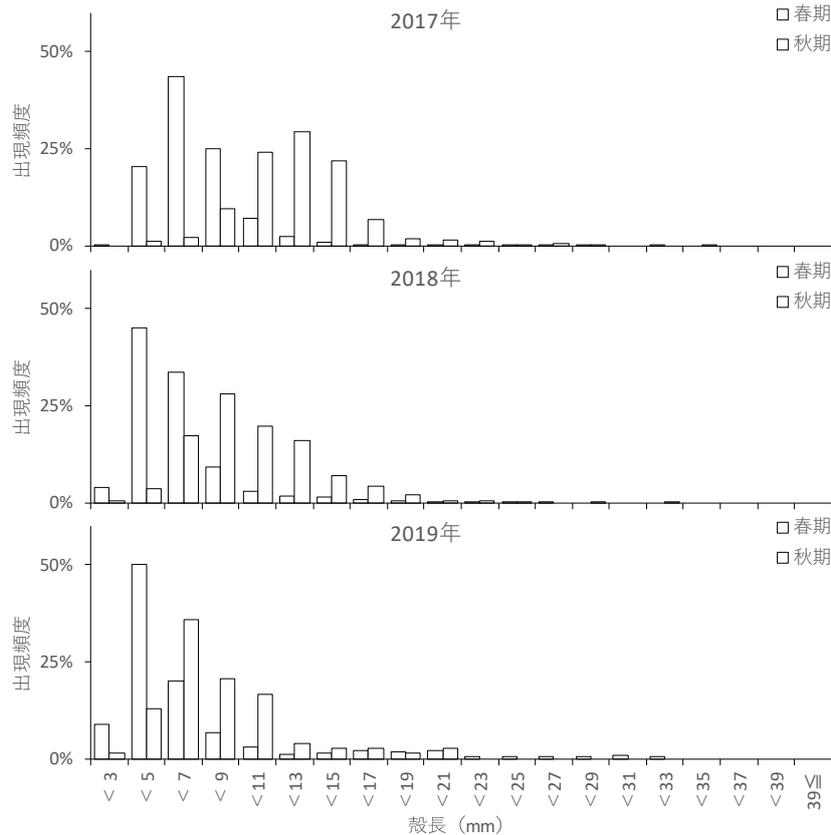


図2 採集したアサリの過去 3 年の殻長組成 (2017年～2019年)

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。

2019 年の春季調査の資源量は 1,012 トン (砂原 628 トン、石原 384 トン)、秋季調査では 78 トン (砂原 61 トン、石原 17 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 284 トンだったが、秋季は確認されなかった。

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 年以降は

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) 白樫真・木村聡一郎. 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 30 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 2019 ; 150-154.

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
2019年	春	627.7	t	384.1	t	1,011.8	t	727.8	t	284.0	t	1,011.8	t
	秋	60.9	t	17.4	t	78.2	t	78.2	t	0.0	t	78.2	t

推定資源量 (t)

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、ナルトビエイ駆除の実績と胃内容物調査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および定置網漁業の標本船日誌調査を行い、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

2019年6月3日～8月30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10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4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
2019	57	73	9.8	2,002	2.0	4.9	13.4

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2019年までの13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9.8トン、2,002尾であり、前年に比べて駆除量は若干増加した。

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350-450mm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4%と、今年度も昨年度と同様に少ない傾向であった。

2) 食性調査

無作為に抽出した10尾（宇佐沖5尾、中津沖5尾）のうち、空胃5尾を除いた5尾の胃内容物の出現割合を図3に示す。消化が進み液体状となった消化物を除くと、マテガイが22%と最も多かった。今年度はDNA解析を用いることで、目視でマテガイおよびトリガイと判断したサンプルを確定することができたとともに、目視では二枚貝綱までしか判断できなかったサンプルをトリガイと同定することができ、胃内容物調査の精度向上が図れた。

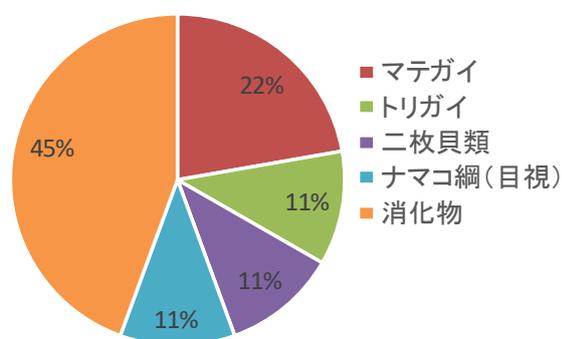


図3 2019年の胃内容物調査結果

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月には福岡県荇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、2019年8月11～23日に周防灘（宇佐市沖）で107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月中旬～6月上旬に香々地地区の定置網に3尾合計23kgの入網が確認された。宇佐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.

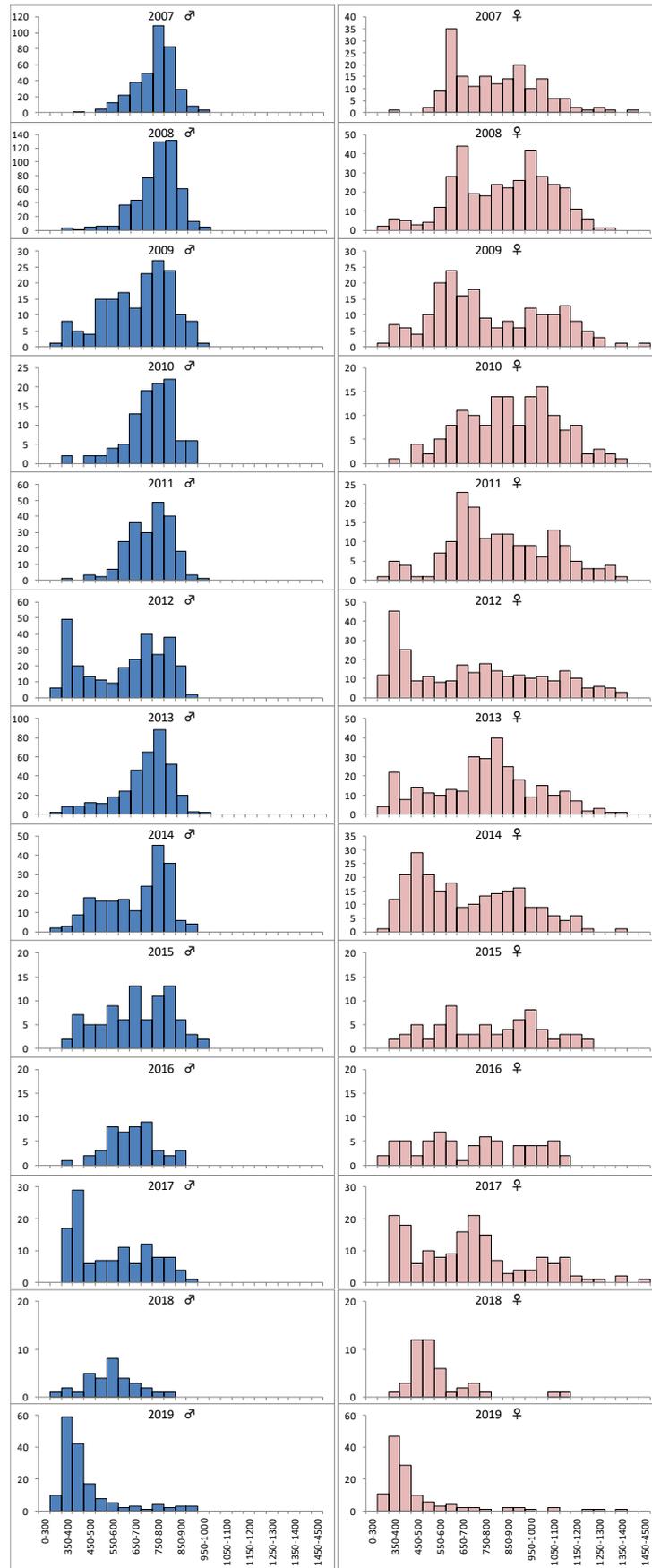


図2 駆除されたナルトビエイの体盤幅組成（2007～2019年）

左図：雄、右図：雌

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

2020年3月2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。各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	304	2.0	9.1
3	283	1.8	9.1
5	194	1.3	9.7
6	248	1.6	9.1
8	167	1.1	9.7
9	226	1.5	9.7
10	201	1.3	9.5
11	172	1.1	9.2
12	208	1.3	9.8
17	216	1.4	9.8
18	149	1.0	9.8

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。

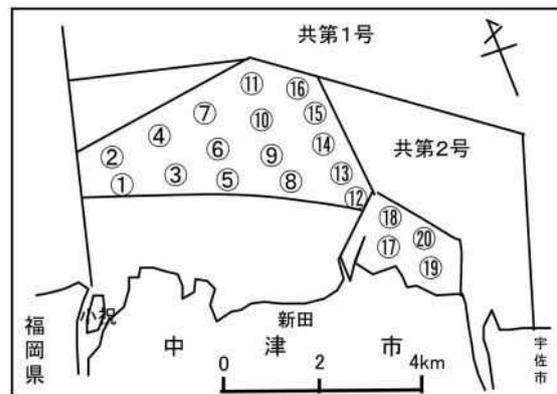


図1 バカガイ資源量調査定点

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, 19, 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76種、7,667個体、50,962gであった。

個体数別では、バカガイが最も多く4,624個で全体の60.3%を占めた。次いで、マテガイが687個（9.0%）、サンショウウニが513個（6.7%）の順であった。

重量別については、バカガイが最も多く14,558gで全体の28.6%を占めた。次いで、ウミサボテンが

9,364g（18.4%）であった。昨年度調査におけるバカガイの割合（個体数6,068個、17.9%、重量12,110g、14.9%）と比較すると、個体数割合・重量割合とも増加したが、個体数の総数は減少した。

バカガイは、調査が実施できた11定点のうちSt.12を除く10定点で採取された。定点別には、St.6の813個（2,789g）、St.3の621個（2,074g）、St.11の580個（1,669g）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26.8mm、重量3.1gであり、昨年度（全平均：殻長22.1mm、重量2.0g）と比較するとやや大きかった。

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.5（4.05g/m²）、次いでSt.10（3.22g/m²）の順であった。St.3、6、11、12、18の5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13.7tとなり、昨年度（12.5.t）と比べわずかに増加した。

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13.7tと推定され、昨年をわずかに上回ったものの依然として低い値であった。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.6の16.6g/m²、次いでSt.5の12.5g/m²、St.3の12.3g/m²であった。個数ではSt.6の4.9個/m²、St.3の4.0個/m²、St.11の3.6個/m²の順であった。

これら比較的密度の高い定点（St.3、St.5、St.6、St.11）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26.8mmと昨年度より約4mm大きくなってしたが、殻長40mmの大型貝から推定した資源量の大幅な増加はなく、バカガイが確認できた11定点中5定点では殻長40mm以上の個体が見られないなど、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.18				
1 クサフグ	8			2			1					25		36	0.5
2 ハゼ科		1										7	3	11	0.1
3 メイタガレイ			1						6					7	0.1
4 アイナメ科												2		2	0.0
5 ネズツボ科													7	7	0.1
6 イトヒキハゼ											1			1	0.0
7 その他カニ類											10			10	0.1
8 エビシヤコ	12	3	1	4	1	3				9	32	33		98	1.3
9 ガザミ												3		3	0.0
10 キンセンガンニ	1		5			3						3		12	0.2
11 クモガニ				2		1						5	18	26	0.3
12 クルマエビ			1	2										3	0.0
13 コブシガニ科		9	11	27	1				71	14	5			138	1.8
14 サルエビ										1				1	0.0
15 スナガニ科											2			2	0.0
16 その他エビ類													11	11	0.1
17 タイワンガザミ											7	10		17	0.2
18 ツノナガコブシ		1	1	2	3				6			3		16	0.2
19 テッポウエビ											2			2	0.0
20 ヒシガニ			2								2		3	7	0.1
21 ヒメガザミ	0		1	2	1						5	18		27	0.4
22 ヘイケガニ										4				4	0.1
23 マルバガニ										5				5	0.1
24 オニテッポウエビ										2				2	0.0
25 トラエビ										1				1	0.0
26 オサガニ科										8				8	0.1
27 イシガニ科	1	3				2	2	13		1	25	3		50	0.7
28 オウギガニ科		3		2										5	0.1
29 イソガニ科										1		2		3	0.0
30 ワレカラ類												77	82	159	2.1
31 クルマエビ科												5		5	0.1
32 サヌキメボソシヤコ										1				1	0.0
33 アカニシ			1											1	0.0
34 ツメタガイ	0		1		3	6					5	52		67	0.9
35 バイガイ	0											11		11	0.1
36 タマガイ科										1				1	0.0
37 イヨスダレガイ										8				8	0.1
38 クイチガイイサルボウ												2		2	0.0
39 ゴイサギガイ		39	2	18										59	0.8
40 コロモガイ				4										4	0.1
41 シオフキ	1	7		4	1			6						19	0.2
42 トリガイ				2					4					6	0.1
43 バカガイ															
44 バラフマテガイ	348	621	573	813	375	460	350	580			20	484	4624	60.3	
45 マテガイ		7		6										13	0.2
46 ミドリシヤミセンガイ			1		90	4					10	582	687	9.0	
47 オキナガイ												3	3	3	0.0
48 ハボウキガイ科										1				4	0.1
49 イイダコ					1	3	2							1	0.0
50 ウミウシ類							2							6	0.1
51 キセワタガイ		7	1	6	1	2		13	6					2	0.0
52 ミミイカ						1	2							3	0.1
53 その他イカ類													3	3	0.0
54 ウニ類									52					52	0.7
55 クモヒトデ											7			7	0.1
56 サンショウウニ	3	87	17	214	11	1	19	156	2					513	6.7
57 スナヒトデ		1	1	4	1									7	0.1
58 ナマコ類				4										4	0.1
59 ハスノハカシパン		1	4	4				2	6				15	32	0.4
60 モミジガイ												3		3	0.0
61 プンブク目の一種				2										2	0.0
62 スカシカシパン	18	23	20	18	62	2	5	19				11	178	2.3	
63 ホシムシ類				1	4					4	5	40		54	0.7
64 ユムシ動物		3	1	2	1			19	1			3		30	0.4
65 ヘラムシ科		3									31	18		52	0.7
66 多毛類		1	9	6	3	2		26	12	12		52	123	1.6	
67 オフェリアコイ科の一種	1													1	0.0
68 ヒラムシ類												7		7	0.1
69 アカクラゲ			2		1	1								4	0.1
70 ウミサボテン	4				1	7	91	45	1			3	152	2.0	
71 アオサ										0				0	0.0
72 アマモ類											0			0	0.0
73 ホソバマリ														0	0.0
74 カバノリ					0									0	0.0
75 ムカデノリ					0									0	0.0
76 不明					1	1		32			23	146	203	2.6	
	397	820	656	1150	559	505	475	1050	100	316	1639	7667	100		

表3 種類別漁獲重量（曳網時間5分間、280m²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.17	St.18			
1 クサフグ	175.4			47.4		39.5					628.2		890.5	1.7
2 ハゼ科		3.4									4.1	4.1	11.6	0.0
3 メイタガレイ			2.9					6.5					9.4	0.0
4 アイナメ科											4.1		4.1	0.0
5 ネズツボ科												13.2	13.2	0.0
6 イトヒキハゼ										7.9			7.9	0.0
7 その他カニ類										16.3			16.3	0.0
8 エビシヤコ	15.8	3.6	2.2	5.2	2.3	4.3				13.2	41.0	43.6	131.2	0.3
9 ガザミ												12.4	12.4	0.0
10 キンセンガニ	3.2		50.7			6.4						3.0	63.3	0.1
11 クモガニ				1.6		1.4					4.1	3.4	10.5	0.0
12 クルマエビ			14.7	25.3									40.0	0.1
13 コブシガニ科		1.2	2.6	5.2	7.4				13.0	10.5	6.0		45.8	0.1
14 サルエビ										7.1			7.1	0.0
15 スナガニ科											3.9		3.9	0.0
16 その他エビ類												10.9	10.9	0.0
17 タイワンガザミ											262.6	563.0	825.6	1.6
18 ツノナガコブシ		3.4	9.5	4.5	9.9				46.9			4.1	78.3	0.2
19 テッポウエビ											3.9		3.9	0.0
20 ヒシガニ			49.4							14.3		1.9	65.5	0.1
21 ヒメガザミ	0.6		3.6	1.1	2.9						3.4	40.6	52.2	0.1
22 ヘイケガニ										42.8			42.8	0.1
23 マルバガニ										4.4			4.4	0.0
24 オニテッポウエビ										9.2			9.2	0.0
25 トラエビ										3.5			3.5	0.0
26 オサガニ科										10.1			10.1	0.0
27 イシガニ科	9.6	2.8				9.5	5.9	18.2		2.7	44.9	3.4	96.9	0.2
28 オウギガニ科		3.0		1.8									4.8	0.0
29 イソガニ科										0.1	4.4		4.5	0.0
30 ワレカラ類											11.4	11.7	23.1	0.0
31 クルマエビ科											3.9		3.9	0.0
32 サヌキメボソシヤコ											3.9		3.9	0.0
33 アカニシ			119.9										119.9	0.2
34 ツメタガイ	3.8		30.5		101.6	81.5					119.8	1112.9	1450.0	2.8
35 バイガイ	20.0											89.1	109.1	0.2
36 タマガイ科										7.4			7.4	0.0
37 イヨスダレガイ										27.9			27.9	0.1
38 クイチガイサルボウ											100.9		101	0.2
39 ゴイサギガイ		56.4	3.3	26.0									86	0.2
40 コロモガイ				11.3									11	0.0
41 シオフキ	8.2	38.4		28.5	2.0			59.3					136	0.3
42 トリガイ				70.7						5.1			76	0.1
43 バカガイ	1096.3	2074.8	2093.9	2789.6	1029.0	1541.6	1261.5	1669.6			62.7	939.2	14558.3	28.6
44 バラフマテガイ		17.6		14.0									32	0.1
45 マテガイ			7.6		417.0	26.3					31.1	1294.4	1776	3.5
46 ミドリシヤミセンガイ											4.9		5	0.0
47 オキナガイ										10.5		19.9	30.4	0.1
48 ハボウキガイ科						3.0							3.0	0.0
49 イイダコ					246.5	216.6	240.7						703.7	1.4
50 ウミウシ類							3.9						3.9	0.0
51 キセワタガイ		0.8	0.4	1.4	0.3	1.9		4.6	2.8				12.2	0.0
52 ミミイカ						6.4	14.5						14.3	0.1
53 その他イカ類												1.1	1.1	0.0
54 ウニ類								1.3					1.3	0.0
55 クモヒトデ										0.8			0.8	0.0
56 サンショウウニ	64.3	400.7	122.2	2487.0	188.3	0.6	249.6	444.1	14.8		0.8	3.0	3974.7	7.8
57 スナヒトデ		85.1	47.9	201.6	52.6								387.3	0.8
58 ナマコ類				12.9									12.9	0.0
59 ハスノハカシノパン		10.7	56.9	36.6				5.6	3.3			34.2	147.2	0.3
60 モミジガイ												190.6	190.6	0.4
61 プンプク目の一種				13.3									13.3	0.0
62 スカシカシノパン	951.5	1371.5	915.3	826.0	3198.7	114.5	261.9	842.0				319.1	8800.5	17.3
63 ホシムシ類				16.3	7.7					23.8	28.0		204.3	0.4
64 ユムシ動物		17.8	15.0	21.7	8.0			586.7	20.9			20.3	690.4	1.4
65 ヘラムシ科		0.2									5.4	2.3	7.9	0.0
66 多毛類		1.0	4.9	3.6	3.4	2.1		12.4	10.0	13.5	44.7		95.5	0.2
67 オフェリアゴカイ科の一種	2.1												2.1	0.0
68 ヒラムシ類												6.0	6.0	0.0
69 アカクラゲ			36.1		242.3	191.7							470.0	0.9
70 ウミサボテン	119.5				46.9	455.9	6190.6	2250.4	69.2			231.9	9364.5	18.4
71 アオサ									20.3				20.3	0.0
72 アマモ類											2519.2	2058.1	4577.3	9.0
73 ホソバミリン												3.0	3.0	0.0
74 カハノリ					42.8								42.8	0.1
75 ムカデノリ					6.2								6.2	0.0
76 不明					1.7	0.4		9.8			22.3	112.8	146.9	0.3
	2470	4092	3590	6636	5626	2711	8234	5968	359	3930	7345	50962	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)	28.1	欠	27.8	欠	28.6	28.2	欠	25.2
平均重量(g)	3.3	欠	3.0	欠	3.8	3.2	欠	2.2
	St.9	St.10	St.11	St.12	St.13	St.14	St.15	St.16
平均殻長(mm)	28.9	29.0	27.4	-	欠	欠	欠	欠
平均重量(g)	3.5	4.0	3.1	-	欠	欠	欠	欠
	St.17	St.18	St.19	St.20	平均			
平均殻長(mm)	21.0	23.4	欠	欠	26.8			
平均重量(g)	2.4	2.2	欠	欠	3.1			

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)	0.09	欠	-	欠	0.28	-	欠	0.05
重量(g/m ²)	1.35	欠	-	欠	4.05	-	欠	0.50
	St.9	St.10	St.11	St.12	St.13	St.14	St.15	St.16
個体数(個/m ²)	0.17	0.19	-	-	欠	欠	欠	欠
重量(g/m ²)	1.92	3.22	-	-	欠	欠	欠	欠
	St.17	St.18	St.19	St.20	平均			
個体数(個/m ²)	0.02	-	欠	欠	0.1			
重量(g/m ²)	0.20	-	欠	欠	1.9			

-: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

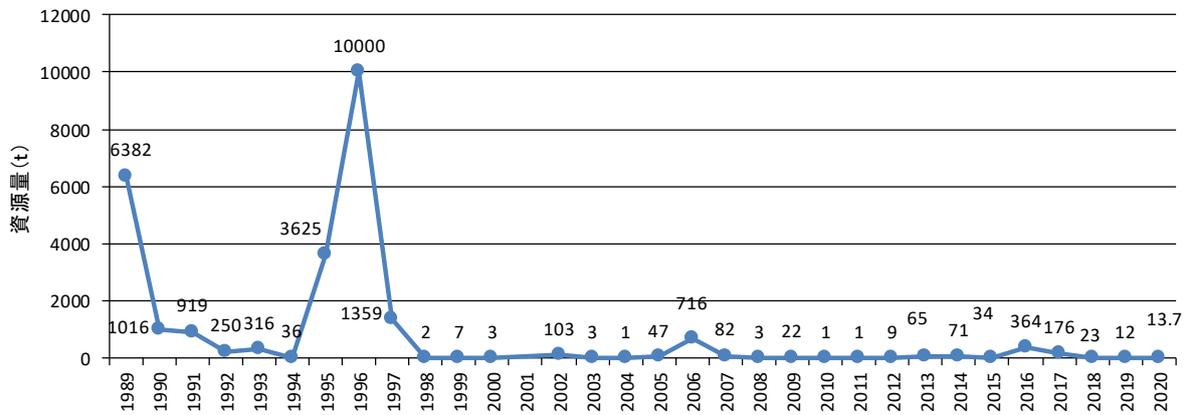


図2 1989年以降のバカガイ資源量の推移

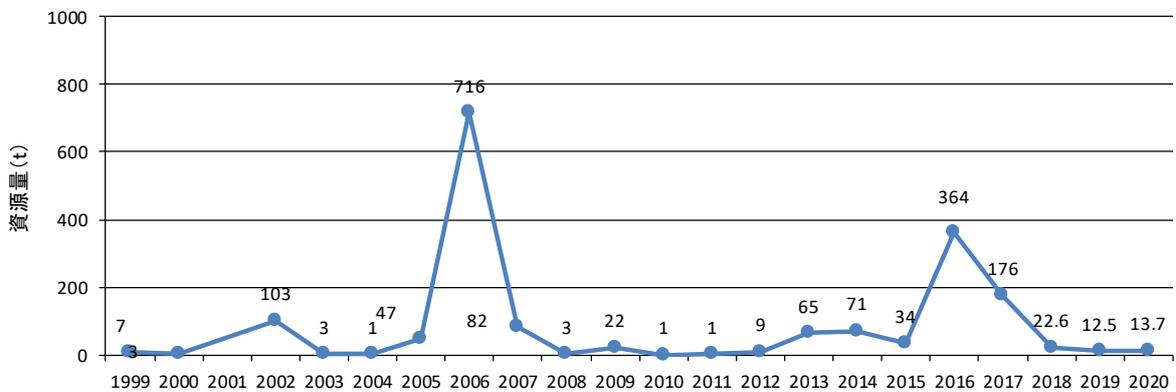


図3 1999年以降のバカガイ資源量の推移

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)	2.3	欠	4.0	欠	3.5	4.9	欠	2.4
重量(g/m ²)	6.5	欠	12.3	欠	12.5	16.6	欠	6.1
	St.9	St.10	St.11	St.12	St.13	St.14	St.15	St.16
個体数(個/m ²)	2.8	2.3	3.6	-	欠	欠	欠	欠
重量(g/m ²)	9.2	7.5	9.9	-	欠	欠	欠	欠
	St.17	St.18	St.19	St.20	平均			
個体数(個/m ²)	0.2	3.1	欠	欠	2.9			
重量(g/m ²)	0.4	5.6	欠	欠	8.7			

欠:調査ができなかった定点

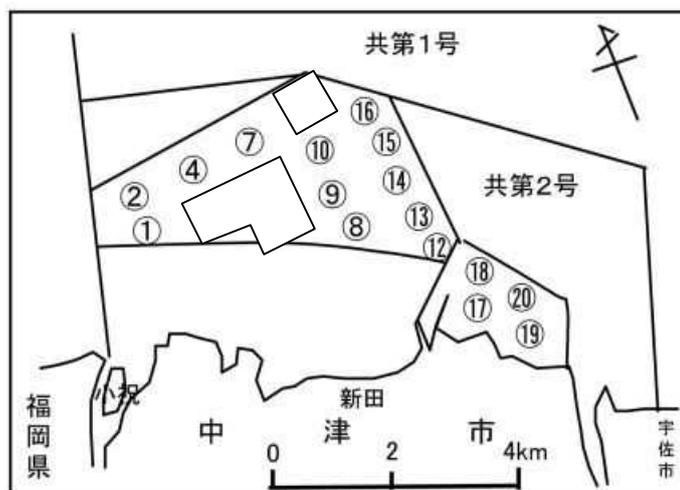


図4 分布密度が比較的高い定点

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 6 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、2019 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）

2019 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96.7%、トラフグ84.3%、ヒラメ85.9%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 1,314 尾を測定した。測定したヒラメの平均全長は 42.4cm 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。月別 CPUE は4～5月に比較的高い傾向がみられた。また、8、10月は漁獲がなかった。年平均は 0.220kg/日・隻であり、前年（0.577kg/日・隻）に比べて大きく減少した。

4 沿岸資源動向調査

周防灘の小型底びき網標本船 6 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 CPUE は引き続き低水準で推移した。シャコでは 1999 年以降、大きく減少し、低水準で推移していたが、本年はやや増加した。

表1 2019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		ごち網
1	76	0	29	0	105	3,926	
2	98	0	28	0	125	2,580	
3	73	0	108	0	181	1,798	
4	113	5	194	0	312	2,182	
5	615	3	886	196	1,700	2,971	
6	1,539	3	1,075	417	3,034	1,595	
7	1,420	0	343	330	2,093	2,683	
8	261	0	168	345	773	1,402	
9	443	5	160	283	891	1,361	
10	397	0	5	173	575	1,254	
11	1,100	3	12	110	1,225	1,473	
12	462	0	46	547	1,055	2,123	
計	6,597	19	3,052	2,401	12,068	25,348	

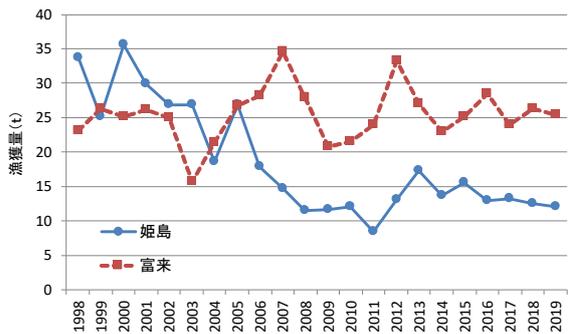


図1 マダイ漁獲量の推移

表2 2019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		釣り
1	0	698	0	0	698	0	
2	0	239	0	0	239	0	
3	0	157	0	0	157	0	
4	1	34	0	0	35	0	
5	1	0	0	0	1	0	
6	2	70	0	0	71	3	
7	4	3	0	0	7	6	
8	0	154	0	0	154	4	
9	0	112	0	0	112	0	
10	0	20	0	0	20	24	
11	0	168	0	0	168	57	
12	0	537	0	0	537	22	
計	8	2,190	0	0	2,198	116	

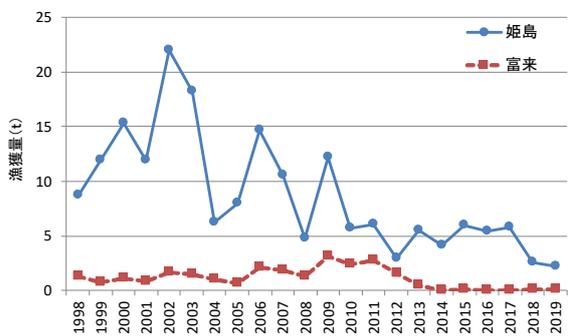


図2 トラフグ漁獲量の推移

表3 2019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		釣り
1	220	0	37	0	257	223	
2	109	0	62	0	171	128	
3	307	0	54	0	361	374	
4	266	0	95	0	360	439	
5	529	3	470	0	1,002	146	
6	404	0	652	0	1,056	102	
7	98	0	146	0	244	29	
8	41	0	70	0	112	31	
9	197	0	82	0	279	16	
10	166	0	22	0	188	6	
11	166	0	95	0	261	32	
12	253	0	51	0	303	135	
計	2,755	3	1,835	0	4,593	1,658	

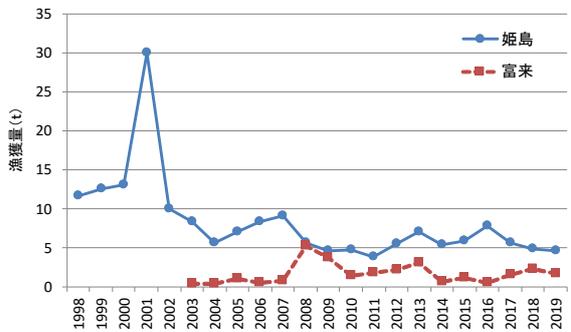


図3 ヒラメ漁獲量の推移

表4 2019年ヒラメ市場調査結果

	姫島	安岐	別府	計
測定尾数	546	355	413	1,314
平均全長 (cm)	45.0	38.5	42.4	全平均42.4

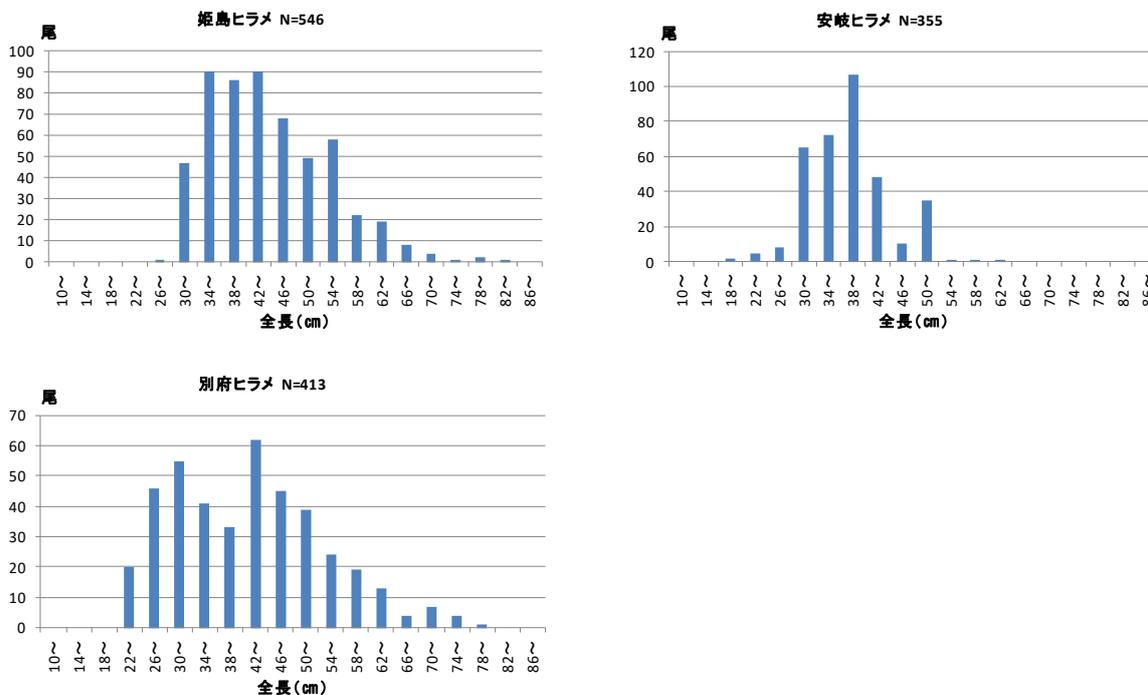


図4 2019年市場調査におけるヒラメの体長組成

表5 別府湾小型底曳き網のヒラメの月別CPUE

月(2019)	CPUE(kg/隻・日)
1月	0.123
2月	0.378
3月	0.178
4月	1.188
5月	0.900
6月	0.172
7月	0.011
8月	0(漁獲なし)
9月	0.020
10月	0(漁獲なし)
11月	0.021
12月	0.111
計	0.220

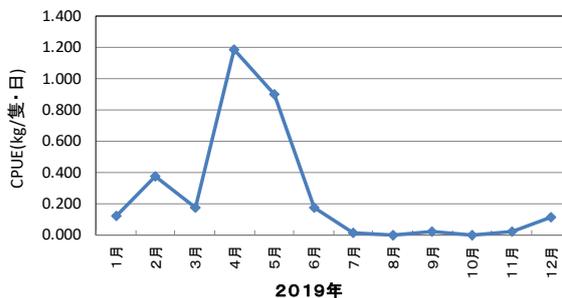


図5 別府湾小型底びき網のヒラメの月別CPUE

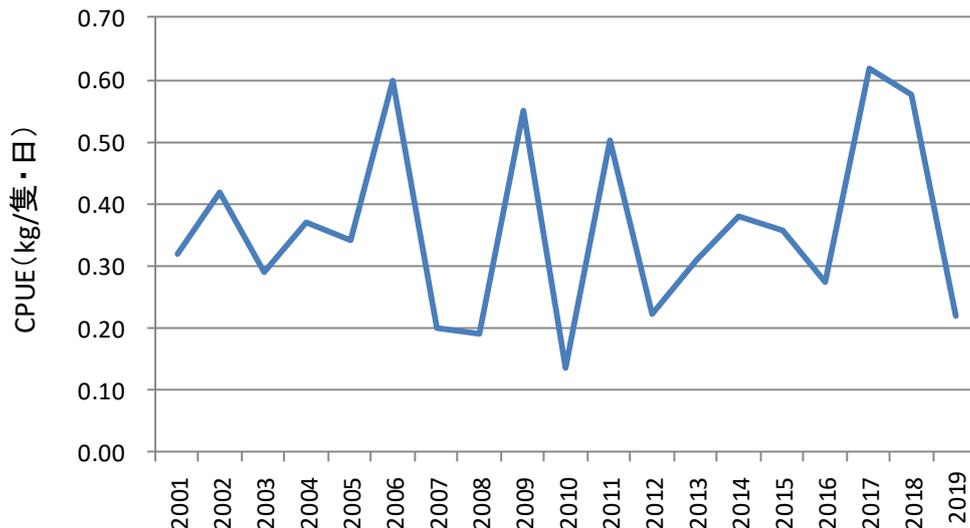


図6 別府湾小型底びき網のヒラメCPUEの推移

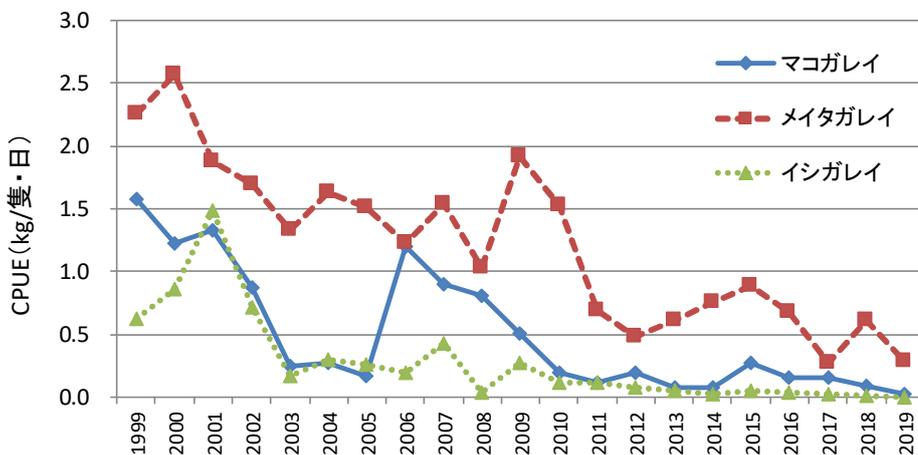


図7 周防灘小型底びき網のカレイ類CPUEの推移

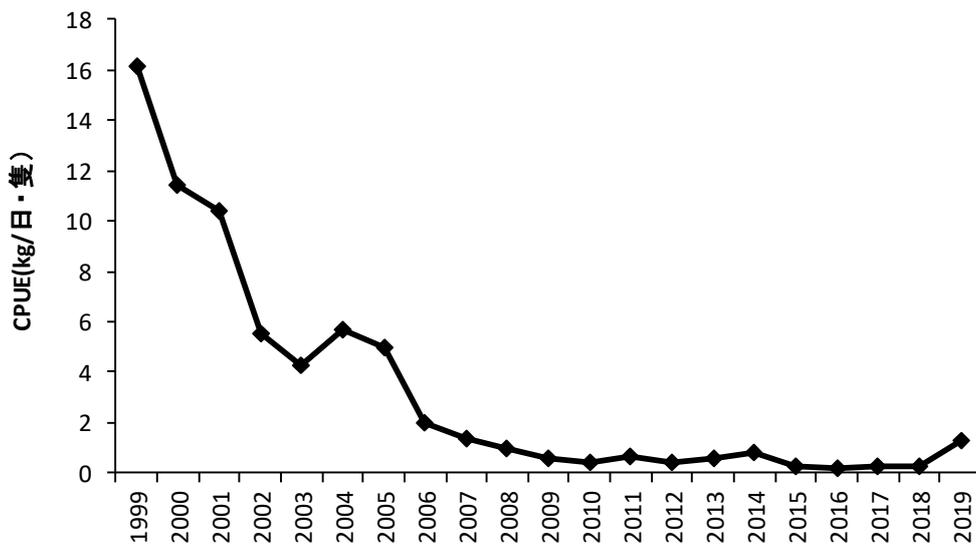


図8 周防灘小型底びき網のシャコCPUEの推移

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）

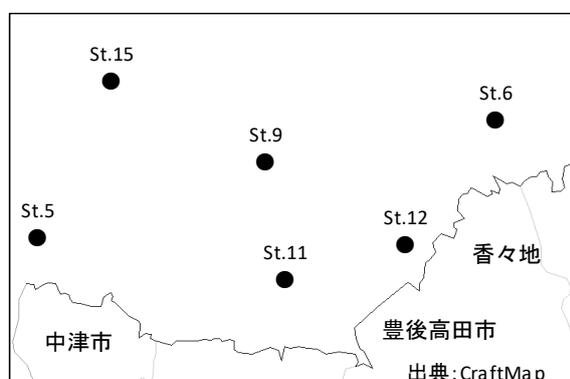
白樫真・森本遼平

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。



事業の結果

卵・稚仔の月別出現量を表1に示した。

1 カタクチイワシの卵稚仔

カタクチイワシ卵の月別出現量を図2、年別出現量を図3に示した。月別出現量は5月・8月・9月は平年（過去30年間の平均）を上回り、4月・6月・7月は平年を下回った。2019年の出現量は925粒で、平年値（1,223粒）を下回った。

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。月別出現量は全ての月で平年並みか、平年を下回った。特に6～7月は平年を大きく下回った。2019年の出現量は22尾で、平年値（198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。月別出現量は4月・5月・9月で平年を上回り、6～8月は平年を下回った。2019年の出現量は168粒で、平年値（322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。月別出現量は5月と9月で平年を上回り、6～8月は平年を下回った。2019年の出現量は103尾で、平年値（107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
2019年4月	0	0	11	0
5月	236	6	50	14
6月	430	8	47	17
7月	67	2	4	26
8月	123	5	9	13
9月	69	1	47	33
計	925	22	168	103

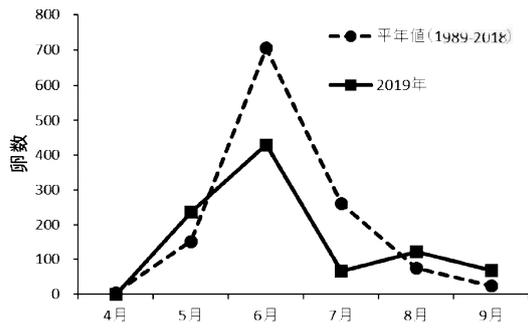


図2 カタクチイワシ卵出現量

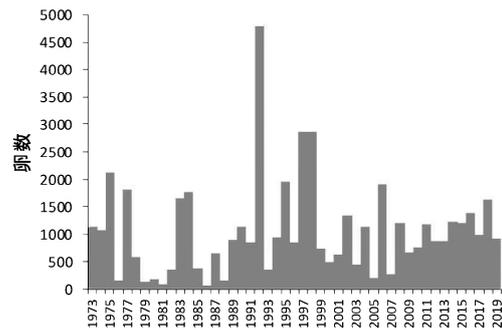


図3 カタクチイワシ卵の年別出現量

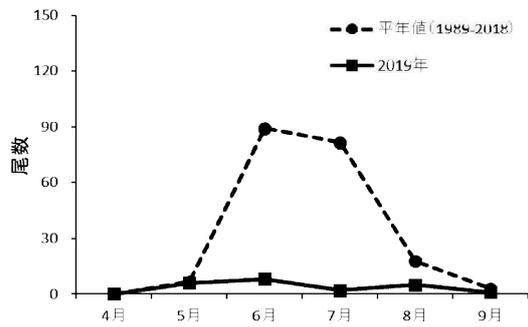


図4 カタクチイワシ仔稚魚出現量

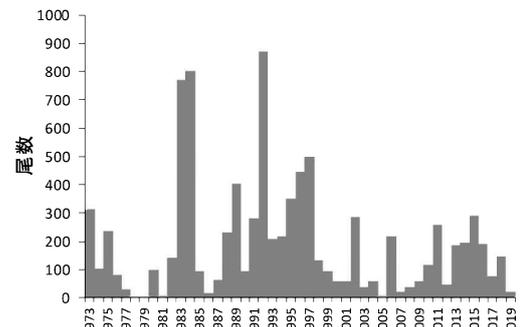


図5 カタクチイワシ仔稚魚の年別出現量

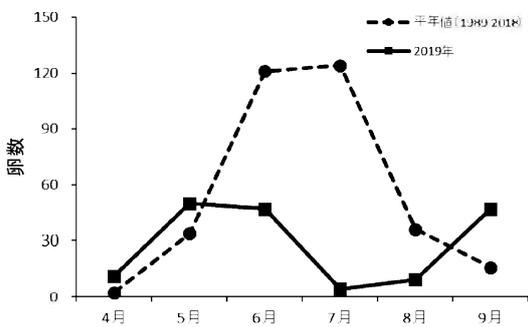


図6 その他卵出現量

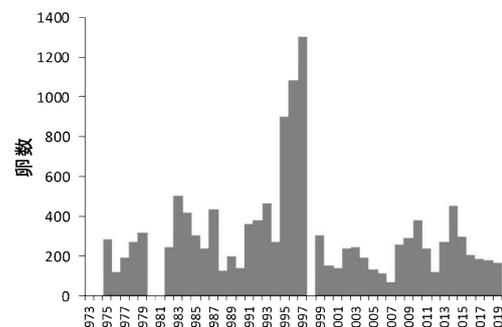


図7 その他卵の年別出現量

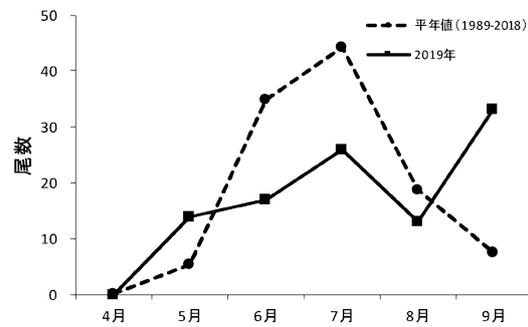


図8 その他仔稚魚出現量

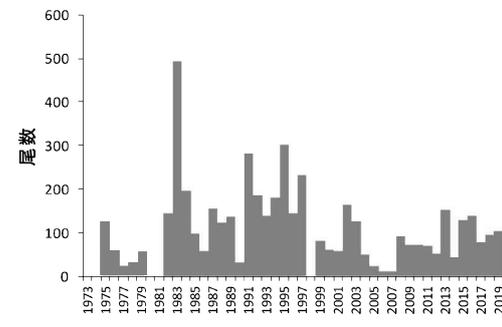


図9 その他仔稚魚の年別出現量

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

白檜 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。北部水産グループ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 2019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													
3													
4	1			1								1	3
5			1		1					2	4	11	19
6		1	1	1		1	3			12	51	93	163
7		2							5	49	137	118	311
8	4		2		1	1			34	116	155	98	411
9	1	2		1		5	1	7	59	114	109	49	348
10	10	4	1		6	19	7	9	58	58	65	50	287
11	16	4	5		3	20	18	11	32	37	25	27	198
12	170	70	29	10	47	130	176	143	202	150	144	158	1,429
13	8	3	9	1	4	19	18	10	6	4	3	5	90
14	10	12	8		11	14	12	7	12	6	17	13	122
15	20	13	8		7	22	20	16	6	19	19	36	186
16	357	88	104	18	115	284	498	168	158	91	132	117	2,130
17	7	5	3	2	7	7	11	5	3	8	8		66
18	9	7	9	1	17	19	22	6	8	17	11	14	140
19	22	9	6	1	13	21	16	5	6	12	10	13	134
20	327	73	147	23	441	648	605	45	61	102	149	83	2,704
21	4	2	4		1	3	9	4	3	3	7	1	41
22	5	2	6		10	15	9	4	6	5	4	5	71
23	13	6	13	6	23	37	33	4	8	24	10	11	188
24													
25	281	60	216	25	604	566	111	27	41	145	91	33	2,200
26													
小	43	19	107	12	80	38	2	4	61	60	11		437
半端	20	15	24	11	51	38	53	20	30	17	15	29	323
総計	1,328	397	703	113	1,442	1,907	1,624	495	799	1,051	1,177	965	12,001

表2 2019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
2													
3													
4	1		1								2	2	6
5										1	9	21	31
6										4	45	117	166
7	1		1			2				14	158	286	462
8	1					1	1			38	197	197	435
9	1					1	3			34	107	88	234
10	3				1	5	10			16	70	55	160
11	12					12	22			6	52	64	168
12	102	10	15		11	92	145			35	142	273	825
13	3	1	1		2	10	19			1	14	17	68
14	39	2	10		5	27	54			5	47	89	278
15	30	1	9		7	31	98			10	32	72	290
16	189	12	32		18	155	350			28	119	181	1,084
17	4		3		1	15	22			1	19	18	83
18	36	1	21		10	89	105			15	61	80	418
19	45	1	17		14	102	137			5	38	48	407
20	197	6	93		81	388	475			53	111	115	1,519
21	2		6		1	8	16			1	3	5	42
22	12	3	26		13	45	42			5	15	23	184
23	16	2	15		13	57	56			3	34	22	218
24	1										9	4	14
25	182	4	179		145	585	105			68	95	53	1,416
26													
小													
半端													
総計	877	43	429		322	1,625	1,660			343	1,379	1,830	8,508

表3 2019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
2													
3													
4													
5		1											1
6												3	3
7	1											4	5
8	2	1						1	2	2		3	11
9		1				1			3	1		5	11
10			1			3	1	4	5	3		5	22
11	2					1		3	1			1	8
12	12	3	10		5	24	30	19	5	2		8	118
13	1		2		3	6	6	2		1		2	23
14	1	2			5	9	6	1					24
15	6	1	3		2	15	8	2				2	39
16	13	5	17		19	42	58	21	1	2		10	188
17	1		1		4	7	6	2	1				22
18			1		3	6	4	3					17
19	2	1	2		9	12	5	1	1			2	35
20	29	5	37		72	129	73	1	2	4		9	361
21	1				3	2	4	1		1			12
22	1				2	7	2					1	13
23		3	3		6	5	1	1				1	20
24	1		7		2	8	1						19
25	21	4	38		84	97	8		2	5		3	262
26					2								2
27					1								1
小豆	1	1	9		3				10	12			36
豆	6	1	10		2	2							21
半端	2		1		8	9	6	3	2	2			33
総計	103	29	142		232	388	219	65	35	35		59	1,307

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

資源・漁獲情報ネットワーク構築委託事業 (水研委託)

濱田真悠子・森本遼平・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、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による新たな解析手法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、2019年4月12日から2020年3月14日の間、大分県漁協宇佐支店およ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、環境および操業データを収集した。併せて1曳網あたりのCPUEを算出す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3月6日（杵築沖）に主要3魚種（カレイ類、クルマエビ、ハマ）について漁獲物情報を収集するため、試験操業を実施した。

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、4～12月に図1で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、使用した採水器は次亜塩素酸ナトリウム6%液を現場海水で有効塩素濃度0.1%以上になるように希釈した溶液中に浸漬して除染した。除染した採水器は精製水

500mlで共洗いし、同量の精製水をろ過してブランクとした。分析は瀬戸内水研が実施した。併せて漁獲情報を収集するため、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依頼した。

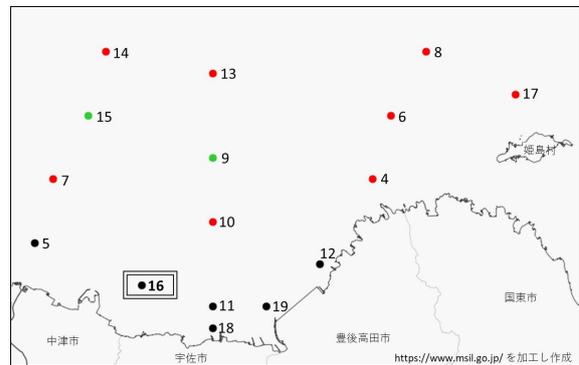


図1 浅海定線調査定点位置図

3 生物測定

1) カレイ類（マコガレイ）

2019年7月24日～2020年2月7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

2019年4月15日～2020年3月26日の間、宇佐支店およ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875個体（雄516個体、雌359個体）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 大分県漁業公社で放流用種苗として生産された稚ガザミと親ガザミ（周防灘海域放流分）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。

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、瀬戸内水研にて標本船日誌情報と併せて解析中である。また、データロガー装着期間中に実施した試験操業において、主要3魚種(カレイ類、クルマエビ、ハモ)の漁獲はなかった。

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1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1 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	2019/4/3	St.16	11.0	12.3	12.1
	2019/5/7		11.3	17.8	17.7
	2019/6/3		11.4	21.9	20.4
	2019/7/1		10.9	24.0	22.6
	2019/8/1		11.7	28.8	25.6
	2019/9/2		11.4	25.3	26.2
	2019/10/1		11.0	25.4	25.2
	2019/11/5		9.8	19.4	19.4
	2019/12/9		11.4	13.7	13.8

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見ると、雄では12月中旬から増加し、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⁾、同様の結果が得られた。

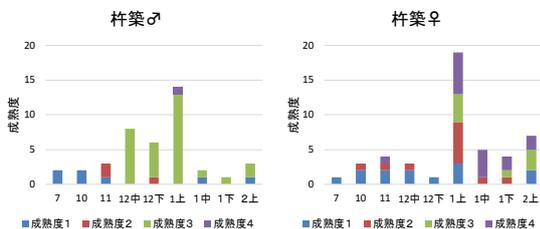


図2 マコガレイの月別成熟度別個体数

2) クルマエビ

各海域における雌雄別の全長組成および雌の交尾栓保有状況を図3に示す。標本数は宇佐で217個体(雄119個体,雌98個体)、杵築で658個体(雄397個体,雌261個体)で、宇佐では雌で全長120～150mmの出現が多く、雄では全長130～135mmにモードがあっ

た。杵築では雌で全長145～195mmの出現が多く、雄では全長125～165mmの出現が多かった。また、雌の交尾栓について、宇佐で全長125mm以上、杵築で全長130mm以上の個体から保有が確認された。

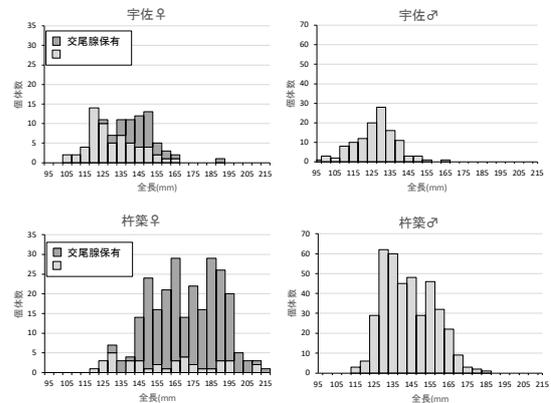


図3 クルマエビの海域別雌雄別全長組成と交尾栓保有状況

3) ガザミ

市場調査の結果を図4に示す。ガザミの水揚げは、昨年度同様に夏期から秋期に多く、冬期には少なかった。また、当歳の個体と推定される甲幅160～180mmの個体は7～9月に多く確認された。

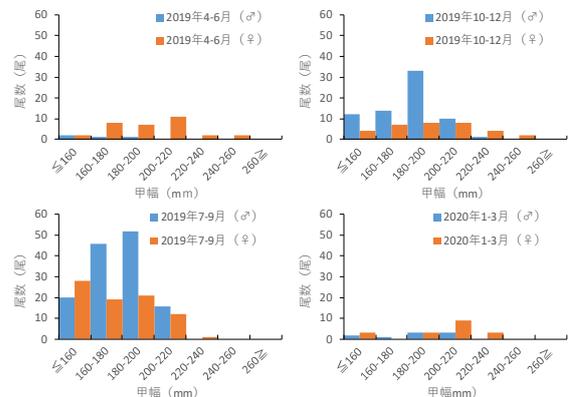


図4 高田魚市場のガザミ雌雄別甲幅組成

香々地沖で漁獲された当歳の個体と推定される甲幅48～141mmの個体8尾と種苗生産に使用された雌親8尾および生産された稚ガザミについて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。今年度はガザミの漁獲が少なく、サンプル数の確保が困難であったことから、分析サンプル数の増加や確保が課題である。

文 献

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.

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 マダコの人工孵化試験と成熟状況調査

濱田真悠子

事業の目的

近年、県内各地先において、マダコ資源保護のために、産卵タコ壺の再放流等の取組が実施されている。しかし、その具体的な効果については不明な点が多い。

また、本種の産卵期と産卵場推定については、これまで2010～2011年に姫島周辺海域を対象に調査が実施され、当該海域のマダコの産卵期は4～9月、その主産卵期は8～9月であることが報告されているが¹⁾、本県海域で詳細に調べられた生態的知見は少ない。

そこで本研究では、効率的なマダコ資源保護のための産卵タコ壺の人工孵化技術の開発、並びに本県海域に生息するマダコの生態的な知見を得ることを目的にした。

事業の方法

産卵タコ壺を用いた人工孵化試験

2019年6月24日に豊後高田市香々地沖で漁獲されたマダコのうち、頭部が膨れ産卵間近とみられるメス1個体を市販のタコ壺とともに1トン円形水槽に収容し飼育した。飼育開始から6日後の6月30日に産卵が確認され、母タコが卵を産み続ける約1週間の間、母タコを別の新しいタコ壺に移すことで、本試験に用いる産卵タコ壺3個を確保した。これを0.3トン角形水槽3基の中央付近にそれぞれ収容し、3L/分の給水で飼育管理した。試験水槽は、給水ホース口を直接タコ壺入り口にセットし、壺内に人工水流をおこした人工水流区と、給水ホース口を水槽端にセットし、通常のかげ流し注水としたかけ流し区を作成し、①母タコなし・人工水流区、②母タコなし・かけ流し区、③母タコあり・かけ流し区の3区を設置し、毎日、卵の孵化状況を確認した。図1には、試験に使用した水槽の模式図を示す。

成熟状況調査

香々地沖で漁獲されたマダコの産卵期を把握するため、2019年5月9日～2020年2月25日の間、タコ壺及びタコカゴ漁業により香々地沖で漁獲されたマダコを買取り、全長、外套腹面長、体重、生殖腺重量を測定するとともに、雌雄別成熟度指数GSI(生殖腺重量(g)/体重(g)×100)を求めた。

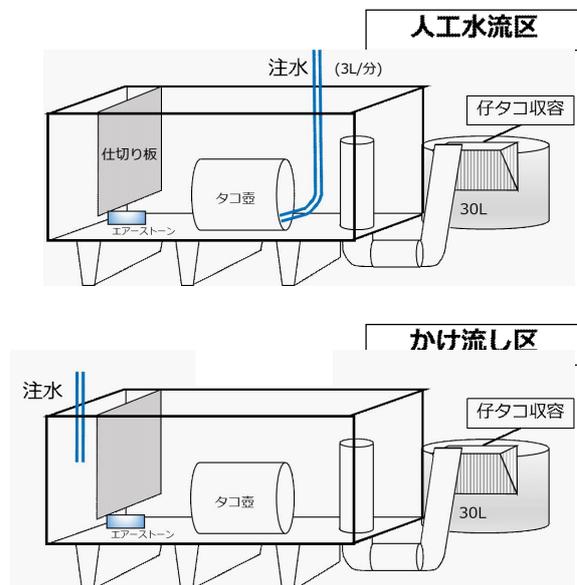


図1 試験に用いた水槽の模式図

事業の結果

産卵タコ壺を用いた人工孵化試験

試験区①と試験区③では、それぞれ試験開始25日目、23日目から正常な稚ダコの孵化が確認されたが、試験区②では、通常孵化までに要するとされる期間の約2倍にあたる2ヵ月を過ぎても孵化はみられなかった。

これにより、水流を人為的に壺内に作り出すことで、壺内に母タコがいなくても卵の人工孵化は可能であることが確認された。

成熟状況調査

図2に香々地沖で漁獲されたマダコの雌雄別のGSI推移を示す。雄ではGSIの年変化はみられなかった。マダコの雄個体は生殖器官重量の体重比は生成熟度を示す指標としては使用できないという報告があり²⁾、本海域でも同様の結果となった。

雌ではGSI指数4以上の個体を成熟個体とみなすと³⁾、8月下旬～9月上旬に成熟個体の出現ピークがみられ、冬場にもGSIが高い状態の個体が存在することが確認された。

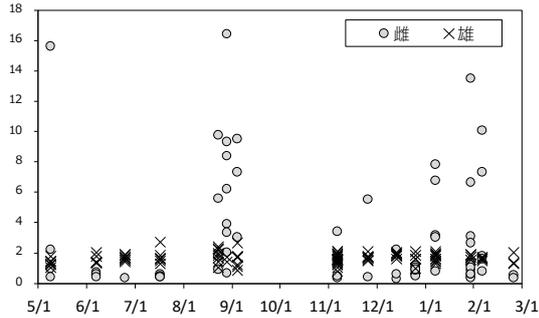


図2 マダコの雌雄別GSI推移

文献

- 1) 三代和樹, 田北寛奈. 姫島周辺海域におけるマダコの産卵期と産卵場の推定. 大分県農林水産研究指導センター研究報告 No.2 2012 ; 21-24.
- 2) 田中二良. 外房に於けるマダコ*Octopus (Octopus) vulgaris* Lamarck資源の性状について. 日本水産学会誌1958; 24 (8) ;601-607
- 3) 伊予灘北東海域におけるマダコの生成熟. 水産海洋研2003; 67(4) ;254-260

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、市場調査を行ったほか、他県産の放流群の来遊状況調査を実施した。

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7カ所で行った。宇佐、姫島、別府、臼杵、津久見、佐伯、鶴見の7カ所の市場においては2019年1～12月にかけて月3回以上の頻度で行い、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。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、佐伯、鶴見のデータは測定尾数が少なかったことから4カ所のデータを合算し結果とした。

他県放流群の来遊状況調査

姫島地先周辺海域における他県放流群の来遊状況を調査するために、大分県漁協姫島支店において2019年11月～2020年3月に水揚げされたトラフグのうち、小銘柄（800g以下）を主体に購入し全長、体長、体重を測定後、外部標識、及び耳石の摘出により漁獲に占める放流魚の混入率(%)を算出した。

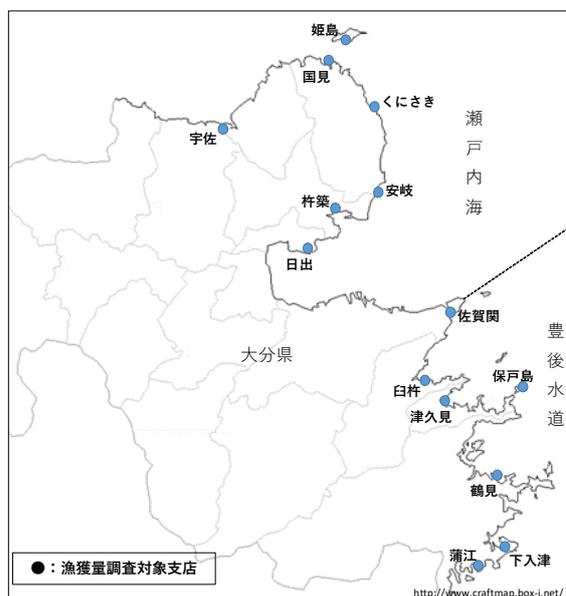


図1 漁獲量データを用いた支店の位置図

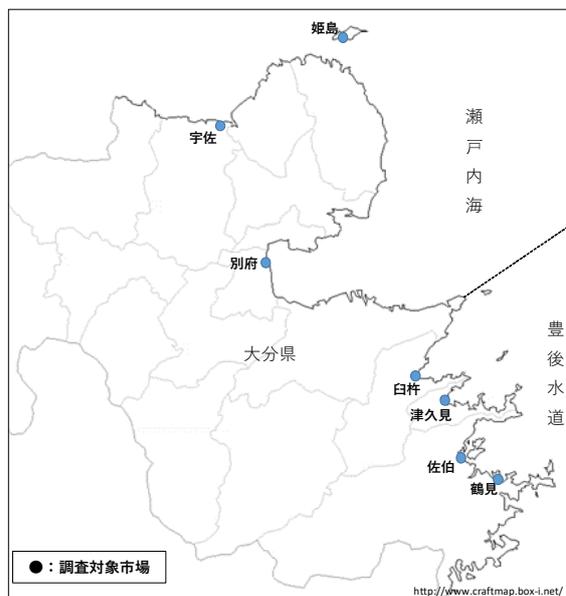


図2 市場調査実施位置図

事業の結果

漁獲量調査および市場調査

表1に2019年大分県におけるトラフグの海区別漁業種類別漁獲量を示す。大分県の年間漁獲量は7,332.9kg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1 2019年大分県におけるトラフグの海区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	延縄	697.7	238.5	156.7	33.5	0.0	69.8	2.7	154.1	111.9	28.2	171.1	536.5	2,200.7
	一本釣り	8.0	2.4	0.0	4.5	4.9	18.9	11.8	4.7	1.3	24.9	56.0	24.9	162.3
	小型底曳網漁業	24.8	59.3	57.0	26.0	2.0	6.0	1.0	8.5	0.0	4.0	6.0	130.5	325.1
	刺網漁業		2.0	1.0	0.0	5.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	1.0	0.0	10.5
	その他の漁業種類	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	7.5
瀬戸内海計		730.5	302.2	214.7	64.0	17.9	94.7	15.5	168.8	113.2	57.1	234.1	693.4	2,706.1
豊後水道	一本釣り	1,519.1	802.7	417.6	4.0	12.4	15.9	17.9	13.2	34.0	149.2	337.5	661.4	3,984.9
	はえ縄	102.9	97.3	53.9	0.0	0.0	5.0	0.5	1.3	9.2	37.4	45.1	57.0	409.6
	中型まき網漁業	0.6	9.0	4.9	1.4	2.2	7.4	4.5	12.3	2.8	3.1	0.9	8.5	57.6
	小型底曳網漁業	12.2	7.5	2.9	0.4	0.0	1.7	0.0	0.0	2.7	4.6	0.0	2.1	34.1
	船曳網	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	2.6
	刺網漁業	3.1	3.8	0.0	0.7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	9.6
その他の漁業種類		11.6	19.4	7.1	6.7	8.1	7.3	18.5	15.3	10.9	6.9	6.8	9.8	128.4
豊後水道計		1,649.5	939.7	488.5	13.2	23.7	37.3	41.4	42.1	59.6	201.7	390.3	739.8	4,626.8
合計		2,380.0	1,241.9	703.2	77.2	41.6	132.0	56.9	210.9	172.8	258.8	624.4	1,433.2	7,332.9

表2 2019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	5	21	6	3	1	0	0	0	0	0	6	7	49
姫島	59	6	39	0	0	0	0	17	19	5	39	76	260
別府	8	2	9	5	4	0	2	0	2	0	2	0	34
臼杵・津久見・佐伯・鶴見	10	2	4	0	0	1	1	2	2	3	1	3	29

表3 2019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	0	1	1
別府	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
臼杵・津久見・佐伯・鶴見	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表4 2019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%	0.0%						0.0%	0.0%	0%
姫島	0.0%	0.0%	0.0%					0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.3%	0.4%
別府	0.0%	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		2.9%
臼杵・津久見・佐伯・鶴見	0.0%	0.0%	0.0%			0.0%	0.0%	0.0%	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

調査市場	測定日	全長(mm)	推定体重	推定年齢	標識の種類
別府	2月25日	290	290.2	0歳	右胸鰭切除
姫島	12月7日	372	612.5	1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。全長モードは宇佐で200mm、姫島で390mm、別府で280mmであった。臼杵、津久見、鶴見は測定尾数が少なかったため、全体的な傾向を捉えることができなかった。

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。確認された標識魚2尾はいずれも右腹鰭抜去標識であり、混入率は別府で2.9%、姫島で0.4%であった。近年、大分県下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。

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21.3%、姫島で0%、別府で9.1%、臼杵、津久見、佐伯、鶴見で0%であった。

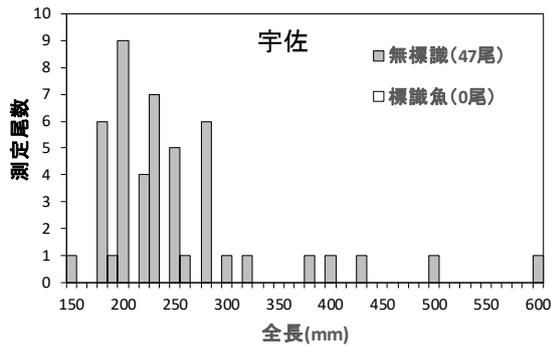


図3 宇佐における全長組成

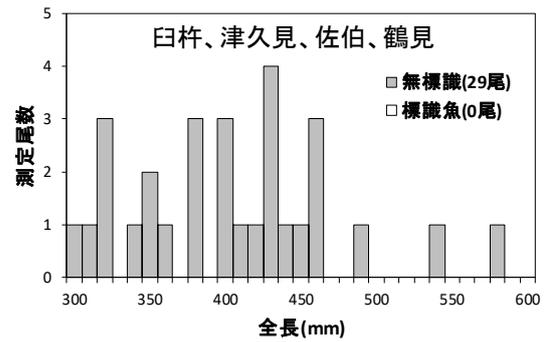


図6 臼杵、津久見、佐伯、鶴見における全長組成

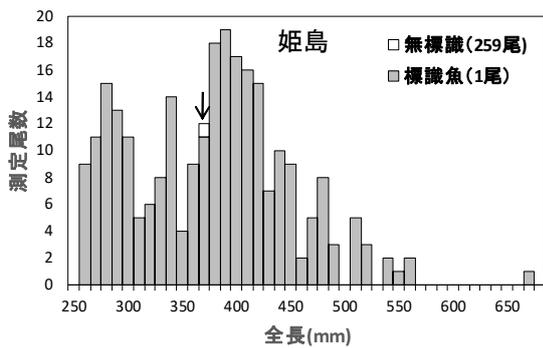


図4 姫島における全長組成
(矢印は標識魚の位置を示す)

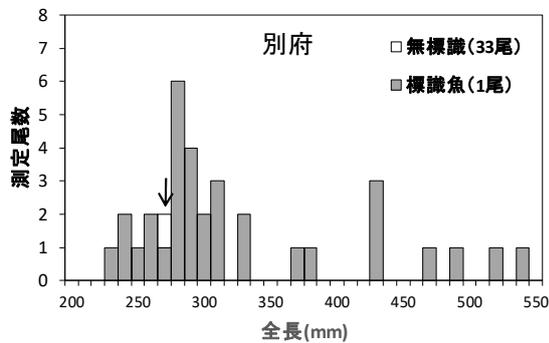


図5 別府における全長組成

他県放流群の来遊状況調査

表6に測定したトラフグの月別尾数、重量を示す。供試魚は、合計204尾、98.58kgであった。これら204尾のうち外部標識として、1尾に右鰭抜去・有機酸標識が確認された。また、耳石解析の結果、3尾にALC標識が確認された。その他に人工種苗に特有とされる鼻孔隔皮欠損も含め、人工種苗由来と推定される個体が16尾確認され(表7)、その混入率は7.84%であった。

表6 トラフグの月別購入尾数、購入重量

購入月	尾数(尾)	重量(kg)
2019年11月	52	18.60
2019年12月	136	53.09
2020年3月	16	26.89
計	204	98.58

No.	採捕日	全長(mm)	体長(mm)	体重(g)	鼻孔異常	外部標識1	外部標識2	ALC標識	放流群推定
1	11月13日	258	210	351	左右隔皮	無	無	無	
2	11月27日	269	224	390.4	左右隔皮	無	無	無	
3	11月30日	297	250	463.5	左右隔皮	無	無	無	
4	11月30日	271	224	451.7	右隔皮	無	無	無	
5	11月30日	310	255	488.6	無	無	無	1重	福岡県島原 2018.8.2放流
6	12月8日	365	300	777.9	無	右胸鰭全欠	有機酸(紋間)	無	愛媛県西条市 2018.7.6放流
7	12月9日	261	216	385.3	左右隔皮	無	無	無	
8	12月10日	305	249	526	右隔皮	無	無	無	
9	12月11日	258	209	371.4	左隔皮	無	無	無	
10	12月11日	282	231	482.2	無	無	無	1重	山口県秋穂 2019.6.19放流
11	12月13日	270	222	438.5	右隔皮	無	無	1重	山口県秋穂 2019.6.19放流
12	12月15日	266	213	354.8	左隔皮	無	無	無	
13	12月15日	251	200	368	右隔皮	無	無	無	
14	12月15日	310	254	532.1	右隔皮	無	無	無	
15	12月15日	290	232	376.8	左右隔皮	無	無	無	
16	12月23日	267	216	400.6	右隔皮	無	無	無	

表7 確認されたトラフグ人工種苗由来魚の概要

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。

他県産放流群の来遊状況調査結果からは、山口、愛媛からの来遊が確認され、今後も広域的な資源管理の必要があると考えられた。

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、当グループでは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。これまで県下で放流された人工種苗では、1.6～26.6%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、当グループでは、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。

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、日出町の中間育成施設で中間育成中の種苗(平均全長41～142mm)について2019年4月～2020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9支店分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2019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

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。2019年度は515尾を調査し、体色異常率は28.5%であった。

表1 マコガレイ放流種苗の体色異常率の推移

調査年度	調査尾数	有眼側 白化尾数	有眼側 黒化尾数	体色異常 総尾数	白化率 (%)	黒化率 (%)	体色異常 率(%)
2001	13,843	824	1,036	1,860	6.0	7.5	13.4
2002	3,015	168	143	311	5.6	4.7	10.3
2003	10,086	591	108	699	5.9	1.1	6.9
2004	5,781	181	88	269	3.1	1.5	4.7
2005	7,387	24	105	129	0.3	1.4	1.7
2006	2,216	53	47	100	2.4	2.1	4.5
2007	3,527	4	52	56	0.1	1.5	1.6
2008	2,011	10	171	181	0.5	8.5	9.0
2009	2,162	50	163	213	2.3	7.5	9.9
2010	2,159	26	222	248	1.2	10.3	11.5
2011	2,041	20	27	47	1.0	1.3	2.3
2012	2,062	22	236	258	1.1	11.4	12.5
2013	2,089	20	249	269	1.0	11.9	12.9
2014	1,967	81	174	255	4.1	8.8	13.0
2015	454	4	32	36	0.9	7.0	7.9
2016	636	13	123	136	2.0	19.3	21.4
2017	734	7	143	150	1.0	19.5	20.4
2018	994	15	249	264	1.5	25.1	26.6
2019	515	11	136	147	2.1	26.4	28.5
計	63,679	2,124	3,504	5,628	3.3	5.5	8.8

漁獲量調査および市場調査

表2に県漁協支店別漁獲量データ、表3に各市場調査での測定尾数、表4に体色異常魚の確認尾数、表5に体色異常魚の混入率、表6に体色異常魚の推定体重と推定年齢を示した。このうち、体色異常魚については別府魚市場でのみ10尾確認され、混入率は全体で0.47%であった(表4, 5)。図2~4に市場別の全長組成を示す。各市場での全長モードは宇佐で150mm、姫島で240mm、別府で270mmであった。

表2 2019年 大分県におけるマコガレイの県漁協支店別漁獲量

	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	
くにさき支店		1	4	12.1	32.6	157.5	194.7	76.9	18.2	16.55	11.85	5.8	9.88	541.08
安岐支店		19.5	28.5	53	48	42.5	3	2.5		1	4.5	30.5	44.5	277.5
臼杵支店		176.4	75.9	17.7	45	14	16.3	7.4	5.4				3.9	362
下入津支店			1.5				0.6	34.9	6.2	1.5	2	0.7	1	48.4
国見支店		0.3	2.2	167.6	111.9	60.3	78.8	23.75				9.5	0.6	454.95
佐賀関支店				0.5	0.4			0.7						1.6
日出支店		17	14	26	117	302	173	44	20	24	5	13	30	785
姫島支店		7.2	23.4	129.7	312.2	503.7	469.1	101.2	30.3	3.1	0.9	15.7	33.4	1629.9
武蔵支店				4.5	8.5	9.9	7.1	3	3.5	3.5	0.5		5	45.5
総計	222.4	149.5	416.1	676.6	1089.9	943.6	294.35	83.6	49.65	24.75	75.2	128.28	4153.93	

表3 2019年 市場調査の測定尾数

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
宇佐	212	169	189	250	326	0	0	0	0	0	2	11	1159
姫島	9	13	154	128	63	139	19	2	1	0	7	27	562
別府	8	33	26	91	220	0	12	0	5	4	3	20	422
総計	229	215	369	469	609	139	31	2	6	4	12	58	2143

表4 2019年 市場調査による体色異常魚の確認尾数

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	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	0	0	0
別府	0	2	0	0	5	0	1	0	0	0	0	2	10
総計	0	2	0	0	5	0	1	0	0	0	0	2	10

表5 2019年 市場調査による体色異常魚の混入率%(体色異常魚尾数/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	0	0	0	0	0
姫島	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
別府	0	6.06	0	0	2.27	0	8.33	0	0	0	0	10.00	2.37
総計	0	0.93	0	0	0.82	1	3.23	1	0	0	0	3.45	0.47

表6 2019年 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(g)	推定年齢	標識
2月12日	別府	240	181.0	2歳	黒化
2月12日	別府	340	510.2	4歳	黒化
5月14日	別府	270	256.8	3歳	黒化
5月14日	別府	300	351.3	3歳	黒化
5月14日	別府	460	1259.8	5歳	黒化
5月14日	別府	410	892.7	5歳	黒化
5月30日	別府	290	317.6	3歳	黒化
7月8日	別府	320	425.8	3歳	黒化
12月10日	別府	220	139.8	2歳	黒化
12月24日	別府	260	229.5	3歳	黒化

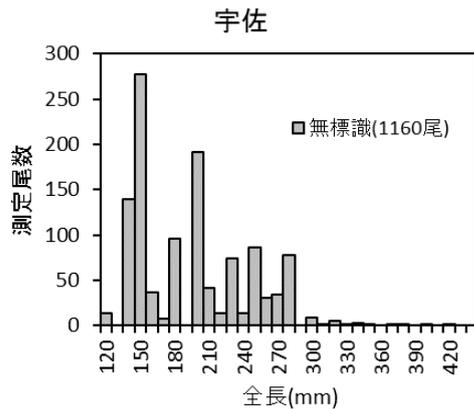


図2 宇佐市場における全長組成

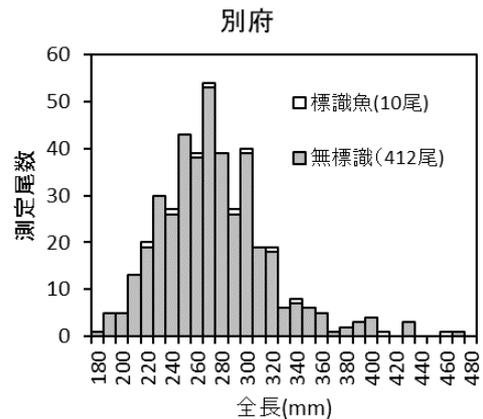


図4 別府市場における全長組成

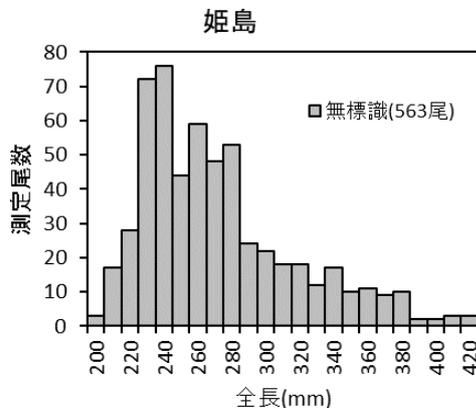


図3 姫島市場における全長組成

参考文献

- 1) 濱田真悠子. 栽培対象魚種の放流効果調査①マコガレイ, 大分県平成30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;162-164.
- 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

大分県では平成23年度からこれまで、姫島村地先においてキジハタの種苗放流による資源添加に取り組んでいる。

今年度もキジハタの種苗放流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）から鱗抜去標識を施した標識魚を購入し、漁港内に放流した。また、キジハタの放流後の漁獲状況等を把握するため、漁獲量調査および市場調査を行った。

事業の方法

標識放流

本年度は図1に示す大海港内にて放流を行った。放流種苗は下関栽培漁業センターが生産し、漁業公社が受入れ、中間育成した後、左腹鱗抜去を施した標識魚を用いた。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、新規放流個体がこれまでに放流し、そこに定着した大型個体に捕食される等の可能性があるため、昨年度から周辺にテトラポット等人工物の隠場の多い大海漁港内を放流地とした。



図1 2019年の放流地点

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2019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

標識放流

10月10日、腹鱗抜去を施した種苗1,216尾(平均全長82.8mm)の標識放流を行った。

漁獲量調査および市場調査

図2に1994～2019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。2019年の漁獲量は2.05tであり、前年(1.55t)に比べ増加した。

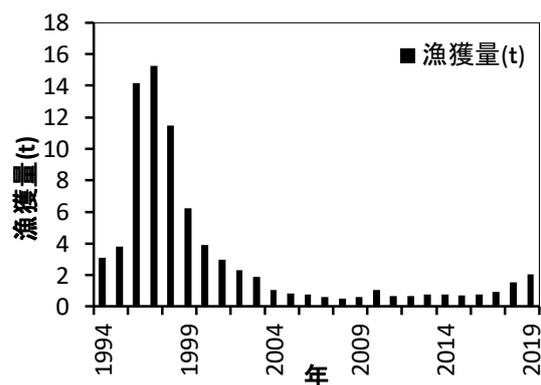


図2 姫島支店におけるキジハタ漁獲量の推移

図3に2019年に調査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320mmで、混入率は2.03%であった。

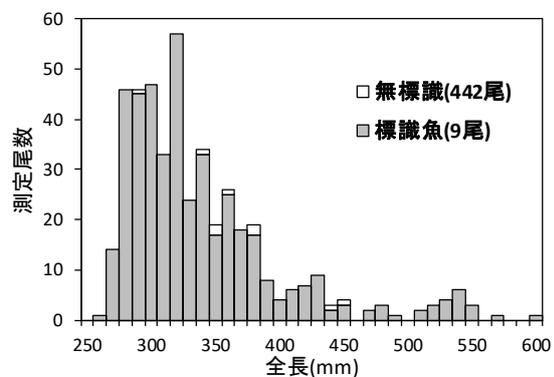


図3 2019 姫島の標識魚・無標識魚別全長組成

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するとともに、放流技術を開発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。

放流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した種苗全数に棘抜去を施し、調査開始から昨年度までに姫島地先で計133,000尾のオニオコゼ種苗の標識放流を行った。今年度は、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、漁獲物調査、漁獲量・金額調査および市場調査を実施した。

事業の方法

漁獲物調査

2019年11月に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を購入し、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2019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計算した。

事業の結果

漁獲物調査

表1に購入したオニオコゼの尾数、重量を示す。合計13尾、3.7kgを購入した。

表1 オニオコゼの購入尾数、購入重量

購入月	尾数(尾)	キロ数(kg)
2019年11月	13	3.7

漁獲量・金額調査および市場調査

図1に1994～2019年の大分県漁協姫島支店におけるオニオコゼの漁獲量・金額の推移を示す。2019年の漁獲量は2.57tで、漁獲金額は3,281千円であった。

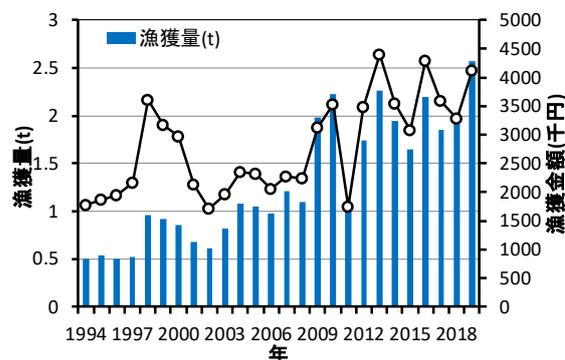


図1 姫島支店におけるオニオコゼの漁獲量

図2に2019年に市場調査で測定したオニオコゼの全長組成を示す。

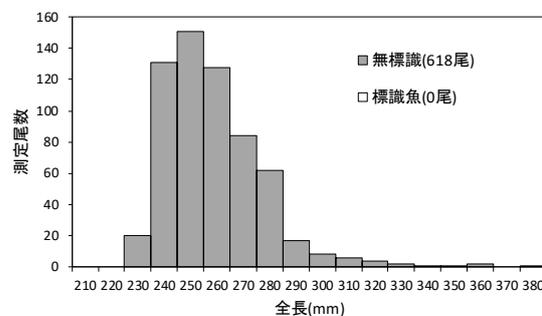


図2 市場調査における全長組成

姫島のオニオコゼは全長250mmにモードがみられ、測定した618尾のうち、標識魚は確認されなかった（混入率0%）。

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①（養殖用アサリ種苗生産）

山田英俊

事業の目的

大分県北部浅海域においてアサリ増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。

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

採卵は秋に行った。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た。得られた受精卵は、洗卵後に1kL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 μ m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、6kL角型FRP水槽または30kL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 μ m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

度となるように1日1回飼育水に添加した。

III 着底稚貝飼育（北部水産グループ）

浮遊幼生の殻長が220 μ m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 μ m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0.5～1.0mmの貝化石を100g/m²散布した。着底稚貝の飼育には6kL角型FRP水槽または30kL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

採卵から殻長1mmサイズまでの飼育結果概要を表1に示した。本年度は秋採卵のみを実施し、平均殻長1.3～1.4mmのアサリ稚貝を合計3,589万個体生産した。

採卵は2019年9月26日、10月10日、10月24日に3回実施し、7億713万粒の受精卵からD型幼生を1億5,520万個体回収し、飼育水槽に1億4,401万個体収容した。飼育の結果、着底直前と考えられる殻長220 μ mのフルグロウン期幼生5,746万個体が回収され、浮遊幼生飼育中の全体の生残率は40%となった。2020年3月に稚貝を計数したところ、平均殻長1.3～1.4mmの稚貝が3,589万個体生産された。

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 (北部水産グループ)

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 μ m (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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	小計		0	0	0	0	0			
秋採卵	1	2019年9月26日	杵築天然	7.9	33,950	6,000	0	0	-	
	2	2019年10月10日	杵築天然	8.0	6,500	2,640	1,709	1,019	1.3	2020年3月2日
	3	2019年10月24日	杵築天然	8.4	30,263	6,880	4,037	2,570	1.4	2020年3月5日~3月24日
	小計			24.3	70,713	15,520	5,746	3,589	1.4	
合計			24.3	70,713	15,520	5,746	3,589	1.4		

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②（アサリ養殖試験）

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、殻長2～3mmの人工種苗と9mm目合いの被覆網を用いた効果検証実験と大規模実証試験を実施した。

事業の方法

効果検証実験は、杵築市守江納屋地先の河口干潟に248m²の実験区（50m²×4区画、16m²×9区画）を設けて2018年4月19日から実施した。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）。人工種苗を用いる区には平均殻長3.4mmの種苗を5,846個/m²の密度で合計145万個体収容した。

大規模実証試験は、2017年5月～2019年4月に同地先に50m²の被覆網を延べ68面（3,400m²）設置し、殻長1.3～3.5mmの人工種苗を延べ2,194万個体収容して実施した（主な放流密度5,846～10,000個/m²）。

被覆網は縁辺部を50cm毎に杭で固定し、12月頃に網換えを実施した。経過調査は2か月毎に、20cm方形枠内の深さ10cmの底質を採取し、2mm目合いのザルでふるったものからアサリを選別し、殻長や重量等を測定した。なお、本実証実験は杵築市農林水産課と共同で実施した。

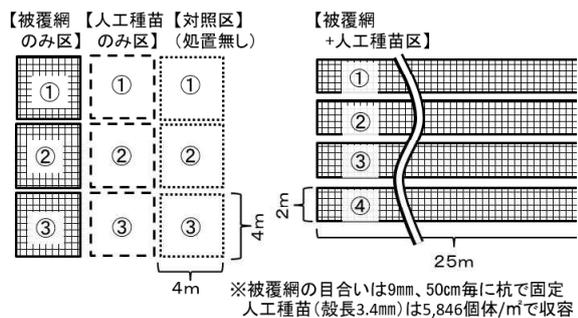


図1 効果検証実験区の設定概要

事業の結果

効果検証実験におけるアサリの平均生息重量の推移を図2に示した。2020年2月25日（実験開始22か月後）におけるアサリの平均生息重量は被覆網+人工種苗区で3,444g/m²、被覆網のみ区で1,301g/m²、人工種苗のみ区で9g/m²、対照区で13g/m²となった。また、アサリの平均生息密度については被覆網+人工種苗区で883個体/m²、被覆網のみ区で288個体/m²、人工種苗のみ区で4個体/m²、対照区で8個体/m²となり、被覆網+人工種苗区で良好な育成結果が得られた。以上の結果から、被覆網で保護しないと人工種苗は定着しないこと、天然稚貝の被覆網への混入量は少なく、被覆網には人工種苗を放流する必要があることが定量的に確認された。

大規模実証試験では2019年11月時点で、合計7,761kgのアサリの生息が確認された。被覆網内のアサリ生息量は被覆網外の干潟よりも明らかに多く、設置年度にかかわらず、概ね2.0kg/m²以上の生息が確認された。また、冬季波浪等による被覆網の破損・埋没は確認されず、大型被覆網を用いても維持可能であると考えられた。

以上の結果から、杵築市守江納屋地先では2～3mmサイズの人工種苗放流と9mm目合いの被覆網を用いたアサリ育成手法が有効であることが定量的に確認された。また、同手法により2kg/m²以上の安定生産、1,000kg単位でのアサリの育成が可能であることが実証された。今後は、被覆網内で生育したアサリの寿命や人工種苗の適正収容密度等について把握する必要がある。



図2 効果検証実験区におけるアサリの生息重量

養殖・種苗生産に関する技術指導－2 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（碎石）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

砂利敷設漁場の有効性を検討するため、アサリ稚貝の移植先として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、実験開始年は杵築市地先でのアサリ稚貝の発生量が少なく天然稚貝が十分確保できなかったため、実験にはアサリ人工種苗（北部水産グループ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、2か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（各区画3か所）、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。また、実験に用いたアサリ人工種苗の生存能力を評価するため、実験区の横にプラスチック製の飼育カゴ（三甲株式会社製：ヤサイ籠2K）を3基設置して

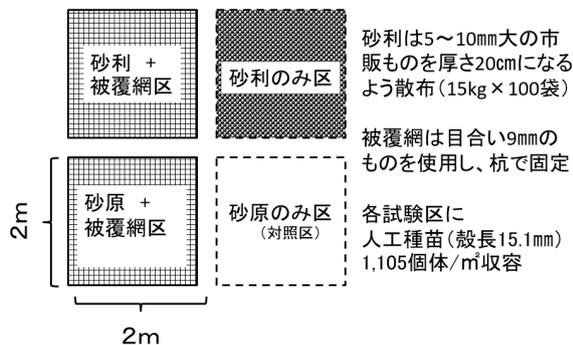


図1 実験区の設定概要

アサリ人工種苗を50個体ずつ収容し、2019年12月6日に飼育カゴ内のアサリ（赤色ペイント標識）を全て回収して実験終了時の生残状況を把握した。

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。2019年12月6日（実験開始約1年後）におけるアサリの平均定着率は砂利+被覆網区で0%、砂利のみ区で0%、砂原+被覆網区で8%、砂原のみ区で0%となった。また、生存能力確認用の飼育カゴ内のアサリの平均生残率は79%であったことから、今回の実験に用いたアサリ人工種苗の生存能力に大きな問題は無かったと判断された。

2019年8月以降、被覆網保護の有無にかかわらず砂利を敷設した実験区内ではアサリの生息がほとんど確認されなかった。一方、砂原+被覆網区では少量ではあるもののアサリの生息が確認され、生存能力確認用の飼育カゴ内ではアサリの大半が生残していた。以上の結果から、杵築市守江納屋地先の河口干潟においては、アサリ稚貝の移植先として砂利敷設漁場の有効性は低いと考えられた。

今後は、杵築市守江納屋地先において同様の結果が得られるか再現性を確認するとともに、同地先以外の漁場で、砂利敷設漁場の有効性を確認する必要がある。

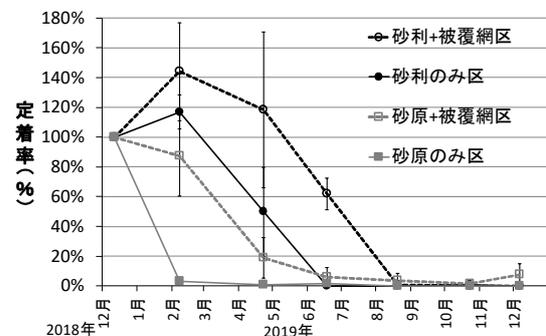


図2 各実験区におけるアサリの定着率（平均値±標準偏差）

養殖・種苗生産に関する技術指導－3

①姫島タイラギ養殖実証試験

山田英俊・森本遼平

事業の目的

底曳き網で混獲される無鱗型タイラギ投棄貝（小型貝）を利用したタイラギ養殖技術を確立するため、タイラギ投棄貝と被覆網を用いた養殖試験を姫島地先において実施した。

事業の方法

供試貝には2019年2～3月に、周防灘海域において底曳き網（貝けた網）で混獲された無鱗型タイラギを用いた。大分県東国東郡姫島村の観音崎・稲積地先の海底に、それぞれ2×2mの養殖試験区を2区画設け（4m²×2区画×2地点）、2019年4月13日にタイラギ混獲貝を移植收容した。移植した混獲貝の平均殻長と收容密度はそれぞれ殻長10cm前後区が86.5mmと44個/m²、殻長15～20cm区が181.4mmと30個/m²に設定した。混獲貝の收容作業はスキューバ潜水によって地元潜水漁業者が行った。2×2mの範囲内に混獲貝を手作業で埋めて移植した後、区画の海底上面を覆うように逸散・食害防止のための被覆網（目合い15mm程度）を設置した（写真1）。被覆網中央部には、浮子を装着して、網と海底との空隙を確保した。各地先における混獲貝の成長・生残状況を把握するため、2019年9月と2020年3月に各試験区内に生息しているタイラギを無作為に10個体ずつ採取し、殻長・つがい長・殻高・殻付き重量を測



写真1 被覆網の設置状況（2×2m網）

定した。生残状況については、潜水採取調査時に視認できた死殻を回収することにより推定した。

事業の結果

移植した混獲貝は観音崎地先で成長・生残したものの、稲積地先では波浪の影響で被覆網が破損するなど養殖施設が維持できず、養殖試験を中止した。

観音崎地先におけるタイラギの平均殻長の推移を図1に示した。2019年4月に殻長86.5mmで天然海域の海底面に移植し、被覆網で保護したタイラギ混獲貝は、2020年3月13日時点（養殖開始11か月後）で殻長172mmに成長した。また殻長181.4mmで移植したタイラギ混獲貝は、同時点で殻長210mmに成長した。見落としていた死殻は一定程度あると考えられるものの、2020年3月までの潜水調査時に視認・回収された死殻数は少なく、顕著な死亡は確認されなかった。

以上の結果から、被覆網施設が維持可能な地先では殻長10～20cm前後のタイラギ混獲貝は海底移植し被覆網で保護する方法で、成長・生残することが明らかとなった。今後は、被覆網内のタイラギの生育状況等を引き続き観察するとともに、稲積地先の試験養殖位置を変更して、被覆網養殖の有効性を確認する必要がある。

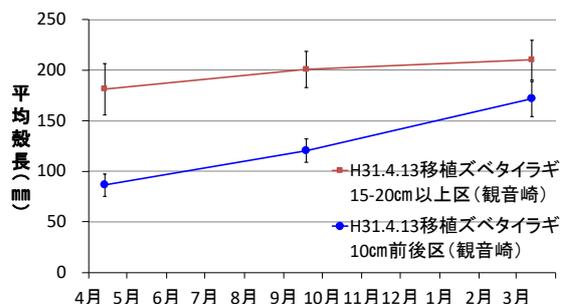


図1 養殖実験区におけるタイラギ殻長の推移

養殖・種苗生産に関する技術指導－3

②タイラギ母貝団地造成技術の開発 (国庫委託)

山田英俊・森本遼平

事業の目的

県北部海域における人工種苗を用いたタイラギ母貝団地造成技術を開発する目的で、有鱗型タイラギ人工種苗と被覆網を用いた海底移植試験を行った。

なお、この試験は水産庁が実施する「令和元年度さけ・ます等栽培対象資源対策事業」の「新規栽培対象種技術開発（二枚貝）」により実施した。

事業の方法

タイラギ母貝団地造成技術を開発するため、人工種苗を天然海域の海底に移植して被覆網で保護し、成長・生残・成熟状況を調査した。

供試貝は2018年5～6月に、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）が種苗生産し、山口県水産研究センターが約3か月間中間育成した有鱗型タイラギ人工種苗を用いた。県北部海域に位置する観音崎・稲積・国見地先（図1）の海底に、それぞれ1×1mの移植試験区を2区画設け（1m²×2区画×3地点）、2018年10～11月に各区画にタイラギ人工種苗（平均殻長3.8～4.6cm）を350～500個/m²の密度で収容した。種苗の収容作業はスキューバ潜水によって地元潜水漁業者が行った。1×1mの範囲内に人工種苗を地撒き放流した後、区画の海底上面を覆うように逸散・食害防止のための被覆網（目合い15mm程度）を設置した（写真1）。



図1 海底移植試験の実施場所（3地区）

被覆網中央部には、浮子を装着して、網と海底との空隙を確保した¹⁾。各地先における人工種苗の成長・生残・成熟状況を把握するため、1～2か月毎に各試験区内に生息しているタイラギを無作為に10個体採取し、殻長・つがい長・殻高・殻付き重量・軟体部重量・閉殻筋（貝柱）重量および内臓重量を測定した。生残状況については、潜水採取調査時に視認できた死殻を回収することにより推定した。成熟状況については、組織学的手法²⁾による生殖巣の発達度を判定することによって行った。具体的には、重量を計測した内臓（生殖巣・消化盲嚢・胃腸）を丸ごとデビッドソン液（エタノール：ホルマリン：氷酢酸：蒸留水＝33:22:11.5:33.5）で固定した後、常法によりパラフィン包埋して切片を厚さ5μmで作製し、ヘマトキシリン・エオシン染色して検鏡した。なお、組織学的手法による生殖巣の発達度判定については、国立研究開発法人水産研究・教育機構（増養殖研究所）に依頼した。

事業の結果

天然海域の海底面に殻長4cm前後で地撒き放流し、被覆網で保護したタイラギ人工種苗は、顕著に死亡することなく成長した。また、体サイズは小さいものの、産卵・放精している個体も一部確認された。



写真1 被覆網の設置状況（2019年6月の観音崎地先）

2018年10～11月に殻長4cm前後で天然海域の海底面に地撒き放流し、被覆網で保護したタイラギ人工種苗は、放流後1年が経過した2019年11月時点で殻長14cm程度に成長した（図2）。見落としていた死殻は一定程度あると考えられるものの、2019年11月までの潜水調査時に視認・回収された死殻数は少なく、顕著な死亡は確認されなかった（図3）。組織学的手法による生殖巣の発達度を判定した結果、2019年5～8月に一部の個体で成熟期・放出期の組織像が確認された（図4）。なお、組織像からは生殖巣部分が認められない個体も存在した。また、生殖巣部分が認められた個体の性別は雄が多かった。以上の結果から、殻長4cm前後のタイラギ人工種苗は地撒き放流し被覆網で保護する方法で、海底に自力で潜砂し定着することが明らかとなった。また、体サイズが小さく生殖巣が小さいため、産卵規模はごく僅かであると考えられるが、人工稚貝の中には移植後1年目から産卵・放精する個体も現れることが分かった。

今後の問題点

今年度の調査により、海底移植したタイラギ人工

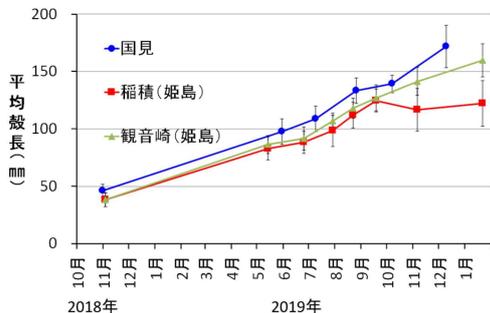


図2 移植したタイラギ人工種苗の平均殻長の推移

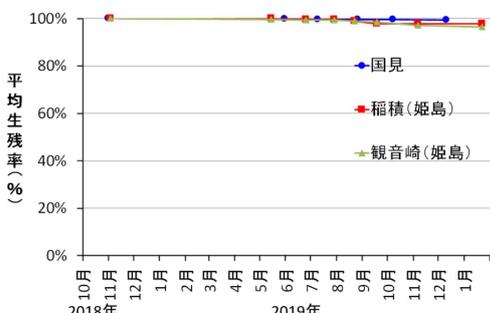


図3 移植したタイラギ人工種苗の生残率の推移 (死殻回収による推定)

種苗は試験を実施した3地区全てで、成長・生残し、一部の個体が産卵・放精していることが確認された。しかしながら、生殖線の大きさは極めて小さく、産卵量としては少ないと推定され、全ての個体が産卵に寄与しているとは考えられなかった。次年度以降も引き続き経過調査を実施し、天然海域に移植したタイラギ人工種苗が成長・生残し、成熟（産卵・放精）するか評価する必要がある。また、海底に母貝団地を造成する際、人工種苗の被覆網保護が必要か比較対照区を設定して定量評価する必要がある。また、人工種苗を350～500個/m²の密度で収容し、順調に生き残った場合、タイラギの生息密度が過密になっている傾向がみられたため（写真2）、海底移植手法における適正収容密度を把握する必要がある。

文 献

- 1) 金澤健. 6-2沿岸海域の多面的利用による養殖技術. タイラギ種苗生産・養殖ガイドブック, 水産研究・教育機構, 東京, 2019;98-118.
- 1) 松本才絵・小島大輔・金澤健. 3-2親貝の成熟状態の変化. タイラギ種苗生産・養殖ガイドブック, 水産研究・教育機構, 東京, 2019;98-118.

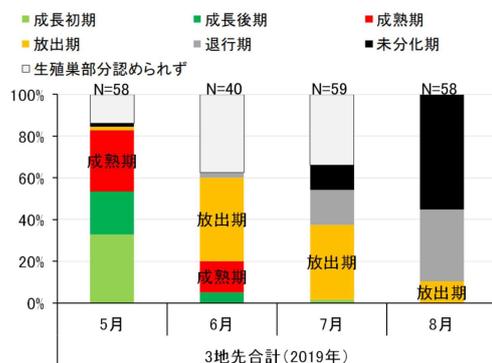


図4 移植したタイラギ人工種苗の生殖巣の発達度



写真2 海底移植試験区内で密生しているタイラギ種苗の状況 (2019年12月の国見地先)

養殖・種苗生産に関する技術指導－3

③タイラギ種苗生産

山田英俊・森本遼平

事業の目的

県北部浅海地域においてタイラギ増養殖試験を行うため、試験に供するタイラギ稚貝を安定確保することを目的としたタイラギ人工種苗生産技術開発試験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、大分県周防灘海域で採取された天然有鱗型タイラギ、天然無鱗型タイラギおよび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（百島庁舎）において生産された有鱗型人工種苗を使用した。

親貝を養成するため、天然有鱗型タイラギ、天然無鱗型タイラギについては、水産研究部（大分県佐伯市上浦地先）の試験筏において採卵を実施するまで垂下飼育した。有鱗型人工種苗については、山口県水産研究センターが約3か月間中間育成した後、国立研究開発法人水産研究・教育機構増養殖研究所（南勢庁舎）の試験筏において採卵を実施するまで垂下飼育した。

II 採卵及び浮遊幼生飼育

採卵および浮遊幼生飼育は瀬戸内海区水産研究所（百島庁舎）で行っている方法¹⁾を参考に行った。採卵は2019年6～7月に行った。産卵の誘発には、昇温刺激および生殖腺懸濁液の添加を併用した。得られた受精卵は、洗卵後に1kL円形ポリエチレン水槽に収容した。採卵翌日にトロコフォア幼生への変態を確認した後、バケツを用いて孵化槽からトロコフォア幼生を回収し、連結式飼育装置（0.5kL円形ポリエチレン水槽2基を連結）へ収容して飼育した。収容密度は1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、水槽換えを実施した。原則3～4日毎に連結式飼育装置の片方の水槽を洗浄して、

新しい海水に交換した。

餌料には市販の*Chaetoceros calcitrans*と自家培養した*Pavlova lutheri*を用い、細胞数量比1:1の割合で混合給餌した。給餌は幼生の餌食いや残餌状況を観察して5,000～20,000細胞/mLの濃度の範囲内で原則1日2回（朝・夕）行った。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の濃度となるように1日2回飼育水に添加した。

事業の結果

I 採卵及び幼生飼育結果

採卵および浮遊幼生飼育の実施概要を表1に示した。本年度はタイラギ着底稚貝を生産することができなかった。

採卵は2019年6月12日～7月30日に有鱗型・無鱗型タイラギ母貝を用いて計7回実施し、そのうち6月20日実施分で受精卵の回収に成功した。6月20日の採卵に使用したタイラギ母貝は三重県五ヶ所湾（南勢庁舎）に垂下して親貝養成していた有鱗型人工種苗で、三重県から24時間程度かけて宅配便で輸送した直後に採卵誘発を行った結果、4,325万粒の受精卵を得ることができた。孵化水槽内にトロコフォア幼生が2,550万個体孵化し、そのうち連結式飼育装置4基に100万個体ずつ収容した。飼育の結果、各水槽ともに日齢20までは一定程度飼育できたものの（図1）、日齢22（2019年7月12日）前後に大量死亡が発生し、生残個体数が激減したため順次飼育を中止した。

なお、2019年秋季に北部水産グループで採卵・回収したアサリ浮遊幼生を連結式飼育装置に収容して飼育した結果、着底稚貝まで生産することが確認されたため、今回使用した連結式飼育装置に致命的な問題は無いと考えられた。

今後は、人工種苗生産技術の開発に向け、採卵誘発に反応するような状態の良い母貝の確保（県下における垂下親貝養成場所の探索・小型母貝の数量確

保・採卵適期の把握）や人工授精技術（レチノイン酸法）の習得、連結式飼育装置等の微修正（百島庁舎の高精度再現）が必要である。

文 献

- 1) 国立研究開発法人 水産研究・教育機構, タイラギ種苗生産・養殖ガイドブック, 2019; 1-141.
- 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.

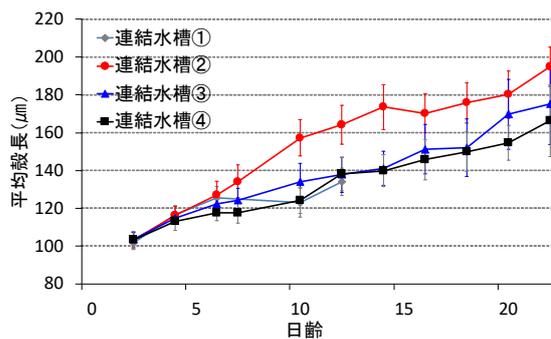


図1 有鱗型タイラギ浮遊幼生の殻長の推移

表1 タイラギの採卵及び幼生飼育結果（北部水産グループ）

回次	採卵日	親貝由来	親貝数量 (個体)	採卵数 (万粒)	D型幼生回収数 (万個体)	着底前幼生数 (万個体)	備考	
有鱗型	1	2019年6月12日	周防灘天然	40	0	-	-	
	2	2019年6月16日	周防灘天然	38	0	-	-	
	3	2019年6月20日	人工種苗	8	4,325	2,550	-	日齢22(平均殻長195μm)で大量死亡
	4	2019年7月10日	人工種苗・周防灘天然	8	0	-	-	オス2~3個体が放精したのみ
小計			94	4,325	2,550	0		
無鱗型	1	2019年7月18日	周防灘天然	24	0	-	-	
	2	2019年7月25日	周防灘天然	23	0	-	-	
	3	2019年7月30日	周防灘天然	37	0	-	-	メス1個体が僅かに放卵したのみ
小計			84	0	0	0		
合計			178	4,325	2,550	0		

養殖・種苗生産に関する技術指導-4 キジハタ受精卵安定確保技術開発事業

白樫 真・濱田真悠子・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トン程度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標識放流を行っており、その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、受精卵の安定確保のための採卵技術開発を行うことを目的とする。

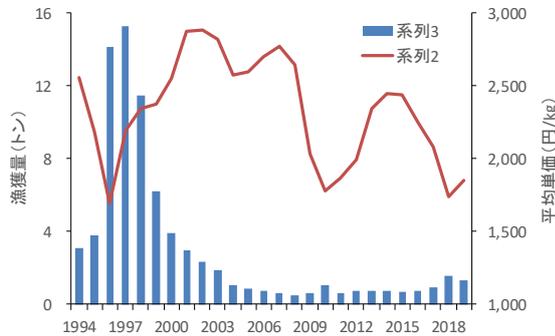


図1 県漁協姫島支店のキジハタ漁獲量推移

事業の方法

1 水槽内産卵

水槽内産卵では、キジハタは水槽の底から水面に向かって上昇し、水面付近で産卵する¹⁾ため、産卵水槽にある程度の深さが必要である。そこでコンクリート水槽（内寸(W)2.8m×(D)6.9m×(H)1.6m、有効水深1.4m、水量約27トン）の内部に金枠（(W)2.0m×(D)4.0m×(H)2.0m、有効水深1.8m、水量約14トン）を組み上げ、金枠内側にシートを張ることで水深を確保し産卵用水槽（図2）とした。親魚は6月24日～7月24日の間に漁獲された活魚を

県漁協香々地支店から購入し、産卵用水槽に直接収容した。収容後は、給餌および底掃除等は行わず、水槽全体を遮光幕で覆い、ろ過海水を1.35回転/日になるよう注水した。卵の回収は目合335umのナイロンメッシュネット（(W)55cm×(D)45cm×(H)45cm）を水槽上部からの排水先にセットすることで行った。



図2 コンクリート水槽内に組み上げた産卵用水槽

2 人工授精

親魚は平成29～30年度に県漁協姫島支店および香々地支店から購入し、飼育していた個体を用いた。給餌したモイストペレットの組成を表1に、水温の推移を図3に示す。給餌は水温14℃を越えた4月16日から毎日飽食給餌とした。

表1 モイストペレット組成

品名	重量比率 (%)	重量 (kg)
イカ	44%	45
オキアミ	15%	15
魚粉(モーシオン50)	39%	40
パラミックスTU	1%	1
氷水	2%	2
合計	100%	103

採卵は飼育雌親魚からカニューラにより卵巣卵を採取し、顕微鏡で写真撮影後フリーソフトのImageJを用いて卵径を測定するとともに、HCGもしくは100 μg/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)を背筋部にそれぞれ注射、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藤浪²⁾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:4.766g-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6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收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個ずつ收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

事業の結果

1 水槽内産卵

親魚として6月24日に5尾、6月26日に15尾、7月17日に4尾、7月24日に23尾の合計47尾（♂5尾、不明42尾）を購入した。サイズは全長220～525mm、体重は150～2,500gであった。

産卵は、6月30日～7月1日に合計119,399粒、7月19日に477,300粒確認できたが、いずれも死卵であった。授精の有無は確認できなかったが、産卵用水槽から卵回収ネットまでに約1mの落差があったことから物理的ショックの卵に対する影響も大きいと考えられる。

7月31日にエラムシ症とみられる死亡が6尾確認され、翌8月1日に20尾が死亡したため、マリンサワーによる薬浴と水槽替えを実施したが、8月9日までに全個体が死亡した。

2 人工授精

人工授精は計2回実施した。各回次の詳細を表2に示す。ホルモン打注後の適正搾出時間については、

水温によって差があるものの、HCGおよびLHRHaとも36～40時間後と推定された。

また、1回次に使用した♀1個体から2回次も採卵できたが、2回次のSAIが非常に低かったことから、ホルモン打注による採卵は、同一個体につき1回の実施が望ましいと考えられる。

ホルモンの適正打注タイミングを把握するため、6月25日にカニューラで卵がとれた8個体について、7月5日、7月15日にカニューラで卵を採取し卵径を測定した結果を図3に示す。7月15日には卵径の減少が確認され、また8尾中4尾で卵が採取できなかった。産卵量は24～26℃の時期に最も多いとの報告³⁾と比べると、今年度は適水温期に卵径の増大がみられなかったことから、親魚養成に課題が残った。

表2 採卵結果

ホルモン打注日	打注時刻 (水温)	使用ホルモン	体重 (g)	打注時卵径 (μm)	36時間後		40時間後		SAI
					採卵量 (粒)	備考	採卵量 (粒)	備考	
6/12 (1回次)	21:30 (22.5℃)	HCG	700	392	-	腹部膨満も出ず	不明	濁り有。廃棄	73.8
			840	363	-	出ず	-	腹部膨満も出ず	
			430	353	-	腹部膨満も出ず	不明	濁り有。廃棄	
		LHRHa	710	378	不明	濁り有。廃棄	不明	濁り有。廃棄	
			790	405	37.632	死卵	-	出ず	
			1,020	413	-	腹部膨満も出ず	148,180	生産に使用	
7/17 (2回次)	6:10 (24.0℃)	LHRHa	600	356	-	腹部膨満も出ず	81,504	生産に使用	8.7
			380	367	47.616	死卵	-	-	
			610	331	-	出ず	不明	濁り有。廃棄	
			1,030	350	-	出ず	-	出ず	
			430	397	-	生産に使用	-	-	
			660	375	-	出ず	86,976	生産に使用	

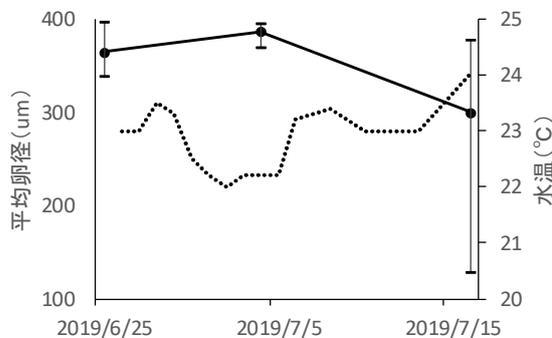


図3 同一個体群の卵径および水温の推移

今後の課題

キジハタ種苗の安定生産のためには、計画的かつ安定的に採卵できる技術開発が必要である。今回水槽内産卵試験では、産卵行動⁴⁾の特徴から水深の深い水槽を利用することで未養成親魚からでも受精卵を確保できること、また人工授精よりも大量の受精卵を得られる可能性が示唆された。しかしながら、産卵親魚の入手の不確実性や寄生虫などによる疾病対策など、計画的な採卵や親魚管理には課題が残った。

人工授精試験では、適正搾出時間の把握ができた

ことで水槽内産卵に比べ計画的な採卵が可能であった。しかしながら、ホルモン注射による採卵個体の成功割合が低く、得られる採卵量が少ないため大量生産に向けて課題が残った。

今後は親魚の越冬中の加温飼育、給餌期間の延長による肥満度向上および適正な疾病対策を行うなど親魚養成について改善が必要である。

今後も採卵手法の検討を行い、生産体制に応じた採卵を行うことでキジハタ種苗生産の安定化を図る必要がある。

文 献

1) Shigenobu Okumura, Kumiko Okamoto, Ryou Oomori, Akinobu Nakazono. Spawning behavior and artificial fertilization in captive reared red spotted grouper *Epinephelus akaara*. *Aquaculture*. 2002; 206: 165-173

2) 藤浪祐一郎, 竹内宏行, 津崎龍雄, 太田博巳. アカアマダイ漁獲鮮魚から採取した精巢精子の運動活性と冷蔵保存. *日水誌*. 2003; 69: 162-169.

3) 濱本 俊策, 横川 浩次, 棚野 元秀. キジハタの親魚養成と卵質判定に関する問題点. 香川県水産試験場研究報告. 1986; (2): 13-22

4) Shigenobu Okumura, Kumiko Okamoto, Ryou Oomori, Akinobu Nakazono. Spawning behavior and artificial fertilization in captive reared red spotted grouper, *Epinephelus akaara*. *Aquaculture*. 2002; 206: 165-173.

地場種苗を活かしたマガキ養殖システムの開発と実践 マガキ地場採苗技術の開発

森本遼平・木村聡一郎

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」、佐伯市の「大入島オイスター」など、シングルシード種苗を用いた新たな養殖も始まっている。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ェ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。

なお、この試験は「令和元年度イノベーション創出強化研究推進事業」の「地場種苗・健康診断・経営戦略でピンチをチャンスにかえるマガキ養殖システムの確立」により実施した。

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「ケアシェル」と合成樹脂で加工製造された軟質素材「クペル」、市販のお茶等の容器「ペットボトル」を採用した。

ケアシェルを用いた採苗器（図1）は、筒状（径15cm程度）に加工したトリカルネットの中にケアシェルを収容した採苗器（以下、「ケアシェル採苗器」という）と、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ェルを収容した採苗器（以下、「ケアシェルピース」という）を作成した。

クペルを用いた採苗器（図2）は、円形クペル（径15cm程度）を7枚重ねにしたものを1連とし、計13連を縦長に設計した硬質ポリ塩化ビニル管に固定して作成した（以下、「クペル採苗器」という）。

ペットボトルを用いた採苗器（図3）は、461mm×299mm×136mmのヤサイ籠の中に、両端を切断し筒状に加工した500mLペットボトルを16本収容して作成した（以下、「ペットボトル採苗器」という）。



図1 ケアシェルを用いた採苗器
（左：ケアシェル採苗器 右：ケアシェルピース）



図2 クペル採苗器



図3 ペットボトル採苗器

試験区は、杵築市灘手地区の3地点（図4）と中津市小祝地区の2地点（図5）とした。

ケアシエル採苗器とクペル採苗器は試験区の全5地点に設置し、ケアシエルピースは杵築地区の1地点（K-2）と中津地区の1地点（N-2）の計2地点、ペットボトル採苗器は杵築地区の1地点（K2）に設置した。採苗期間は2019年6月20日から同年9月27日までとし、ケアシエルピースについては1週間おきに新しいものと交換した。なお、各採苗器は、岸壁のカキ密生帯の上限ラインから約10cm下を目安に、そこから垂下した。

回収した採苗器は試験場に持ち帰り、地区・地点別、期間別、水深別のマガキ稚貝の付着状況等を確認した。

また、波あたりと付着状況の関係を調べるため、両地区の港奥部（K1、N1）と港口部（K3、N2）に設置したクペル採苗器に加速度ロガー（HOBO Pendant G Logger）を取付け、10分間隔で加速度データを記録した。

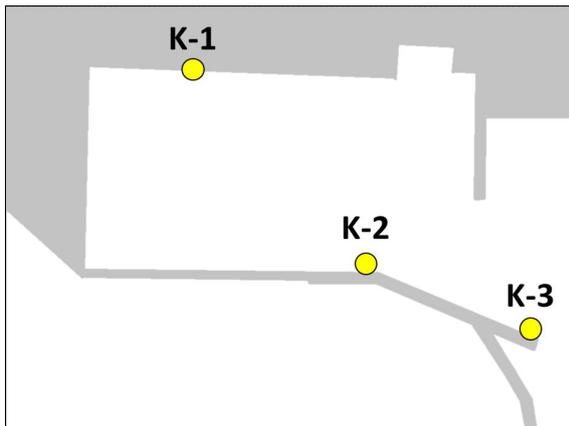


図4 杵築市灘手地区

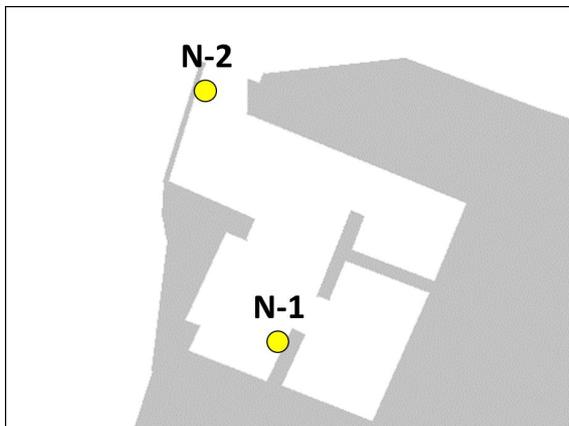


図5 中津市小祝地区

事業の結果

1. 地区・地点別の付着状況

回収したケアシエル採苗器は中からケアシエルを取り出し、マガ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。ケアシエル採苗器の地区別の平均付着率は杵築地区で35.8%、中津地区で61.1%となり、付着状況に差がみられた。杵築地区の各地点の平均付着率はK-1で13.8%、K-2で51.6%、K-3で40.3%、中津地区の各地点の平均付着率はN-1で41.7%、N-2で78.1%となり、両地区ともに港奥部に比べ港口部（K2、K3、N2）での付着が良好であった。また、付着稚貝の成長についても同様に、港口部で良好な傾向がみられた。

クペル採苗器のマガキ稚貝の平均付着密度は杵築地区で0.22個/cm²、中津地区で0.66個/cm²となり、ケアシエル採苗器と同様に地区別の付着状況に差がみられた。杵築地区の各地点の平均付着密度はK-1で0.21個/cm²、K-2で0.23個/cm²、K-3で0.24個/cm²、中津地区の各地点の平均密度はN-1で0.62個/cm²、N-2で0.69個/cm²となり、地点別の付着率に差はみられなかった。これについて、特に今年度は港口部でフジツボの付着が多く、図6に示したようにフジツボがクペルの表面を覆い、マガキ稚貝の付着が妨げられた可能性が考えられる。一方、付着稚貝の成長については、港口部で良好な傾向がみられた。

K2に設置したペットボトル採苗器の平均付着密度は0.16個/cm²であった。1カゴあたり平均1,580個の稚貝が得られたが、カゴの内側と外側の付着状況には違いがみられ、カゴ外側は大量のフジツボが付着していたが、カゴ内側は大量のマガキ稚貝の付着がみられ（図7）、ペットボトル採苗器が付着基質として有用である可能性が示唆された。



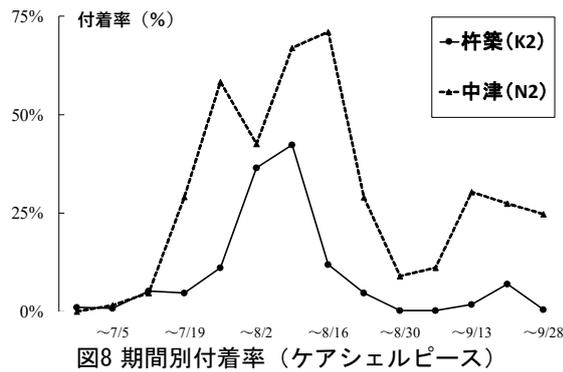
図6 フジツボが大量に付着したクペル（K3）



図7 ペットボトル採苗器の付着状況

2. 期間別の付着状況

ケアシェルピースの期間別の付着率を図8に示した。杵築地区は7月26日～8月9日、中津地区では7月19日～8月16日に付着のピークがみられた。また、中津地区では、9月にも比較的高い付着率が維持された。ケアシェル採苗器とクペル採苗器で地区ごとの付着状況に差がみられたのは、中津地区で9月に付着した稚貝による影響が大きいと考えられた。



3. 水深別の付着状況

クペル採苗器の水深別の付着密度を図9、図10に示した。縦軸は岸壁のカキ密生帯の上限ラインからの深さ（cm）、横軸は平均付着密度（個/cm²）とした。杵築地区、中津地区ともに岸壁のカキ密生帯の上限ラインから下60cm付近（潮間帯上部）に付着が良好な水深帯がみられた。

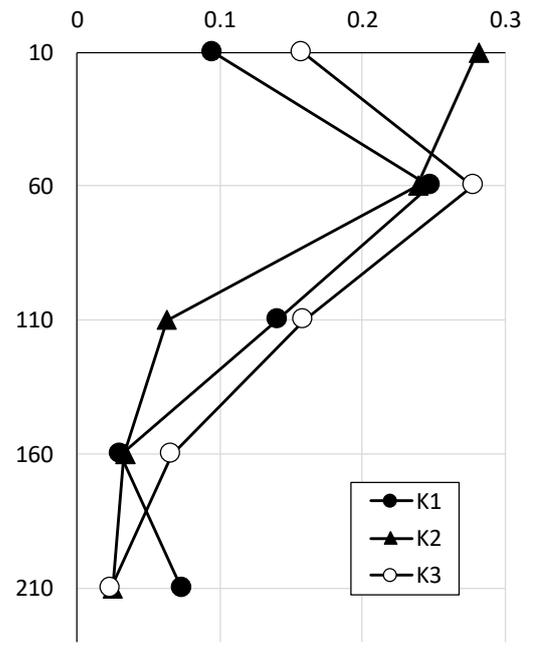


図9 杵築地区の水深別付着密度

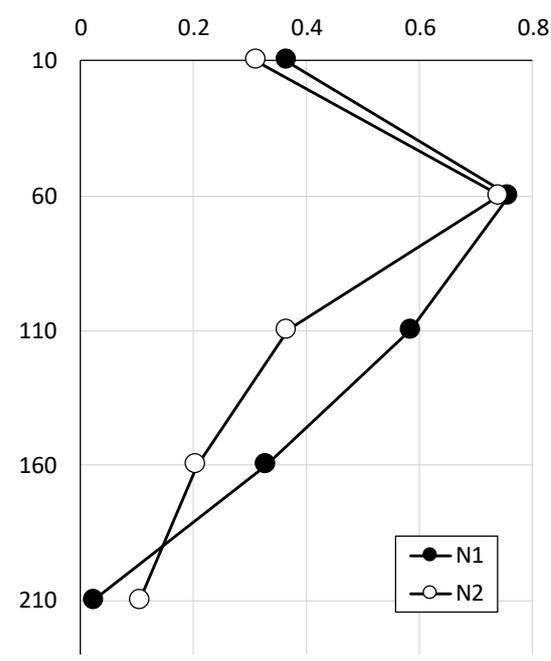


図10 中津地区の水深別付着密度

4. 波あたりと付着状況の関係

地点ごとの上位1%平均加速度 (m/s^2) を図10に示した。特に杵築地区では、港奥部 (K1) より港口部 (K3) での波あたりが強いことが明らかとなった。このことから、港口部は港奥部に比べて海水の交換が良好であり、浮游幼生の来遊や餌料プランクトンの供給量が多いため、付着や成長が良好であると推測された。一方、中津地区では、港口部と港奥部で波あたりの違いは認められなかったが、今後も調査を継続し、他の環境要因も含めて検討していく必要がある。

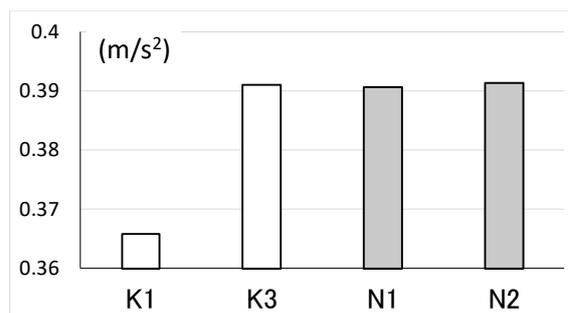


図11 地点別の上位1%平均加速度

資源・環境に関するデータの収集・情報の提供－ 4

浅海定線調査等（周防灘） （一部国庫委託）

森本遼平・岩野英樹・白樫真

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。

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 1989～2018 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。

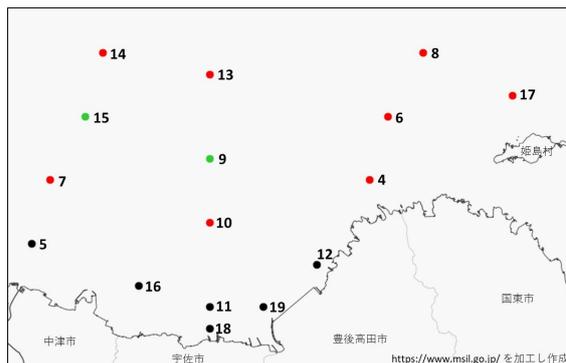


図1 浅海定線調査定点図

表1 2019年度調査実施日

	武丸		豊洋	
	年	日	年	日
第 1 回	2019年	4月3日	2019年	4月4日
第 2 回		5月7日		5月9日
第 3 回		6月3日		6月6日
第 4 回		7月1日		7月3日
第 5 回		8月1日		欠測
第 6 回		9月2日		9月4日
第 7 回		10月1日		欠測
第 8 回		11月5日		11月7日
第 9 回		12月5日・9日		12月9日
第 10 回	2020年	1月7日		欠測
第 11 回		2月4日	2020年	2月4日
第 12 回		3月3日		3月3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。6月中旬～8月は「低め」～「平年並み」で推移したが、その他の月は高め基調で推移した。特に5月中旬と1月上旬・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。8月下旬・12月下旬・1月下旬に「かなり多め」を記録したが、年間を通じて概ね「やや少なめ」～「やや多め」で推移した。特に8月下旬と1月下旬は過去30年で最高を記録した。

旬別日照時間を図4に示した。6月まで多め基調で推移したが、7月以降は、過去30年で最高を記録した3月中旬を除き、概ね「かなり少なめ」～「多め」で推移した。

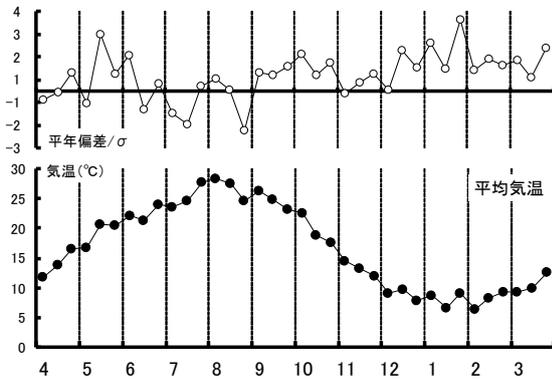


図2 豊後高田市における2019年度旬別平均気温
(大分地方気象台地域気象観測(豊後高田市))

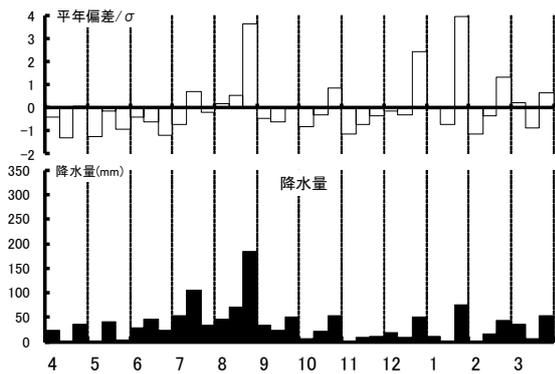


図3 豊後高田市における2019年度旬別降水量
(大分地方気象台地域気象観測(豊後高田市))

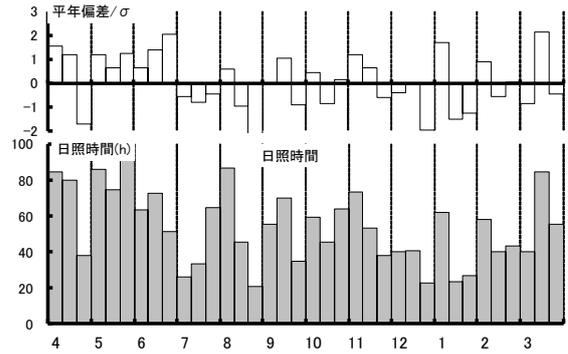


図4 豊後高田市における2019年度旬別日照時間
(大分地方気象台地域気象観測(豊後高田市))

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9月の「やや低め」を除き、「平年並み」～「かなり高め」で推移した。底層は1年を通して「平年並み」～「かなり高め」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。表層は5～7月の「やや高め」～「高め」を除き、「低め」～「平年並み」で推移した。底層は7月の「やや高め」を除き、「低め」～「平年並み」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。5月の「やや低め」と3月の「高め」を除き、「平年並み」～「やや高め」で推移した。

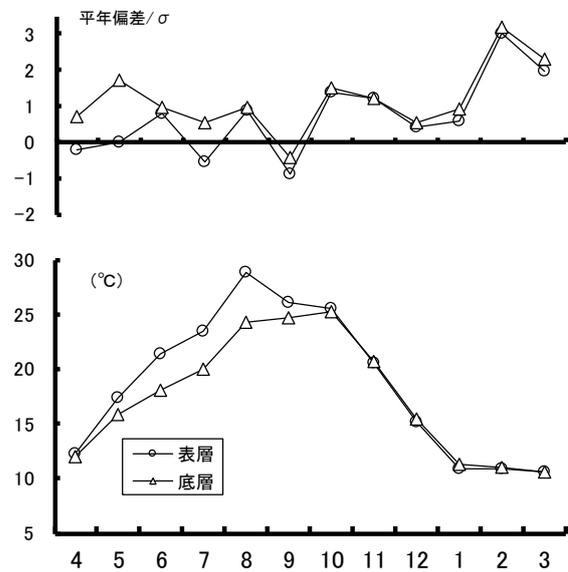


図5 水温の推移と標準化した年平均偏差

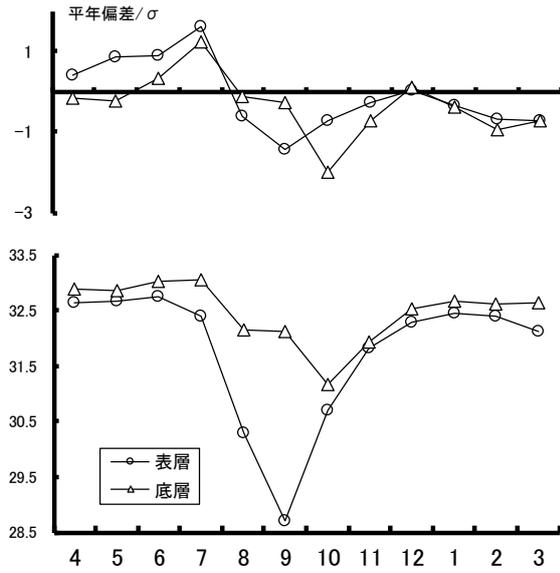


図6 塩分の推移と標準化した年平均偏差

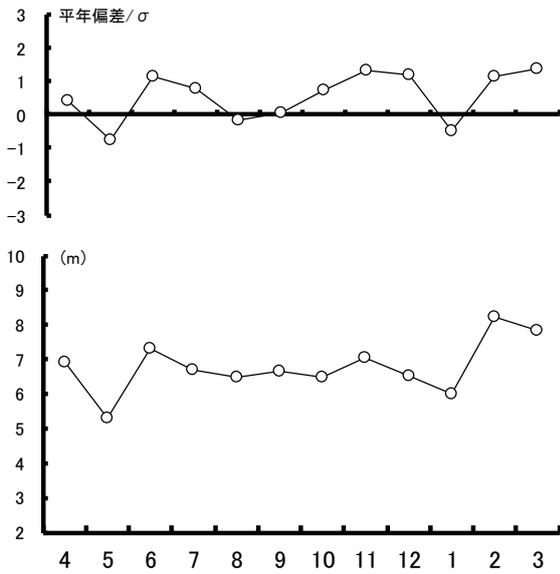


図7 透明度の推移と標準化した年平均偏差

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。9 月の底層の「やや高め」を除き、表層・底層ともに「やや低め」～「平常並み」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。表層は 4～9 月は「かなり低め」～「やや低め」、10 月以降は「平常並み」～「やや高め」で推移した。底層は 4～8 月は「かなり低め」～「平常並み」、9 月以降は「平常並み」～「かなり高め」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 9 月の「やや高め」を除き、「低め」～「平常並み」で推移した。底層は 7 月の「やや高め」を除き、「かなり低め」～「平常並み」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「低め」～「平常並み」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。8 月の底層の「やや高め」を除き表層、底層ともに年間を通じて「やや低め」～「平常並み」で推移した。

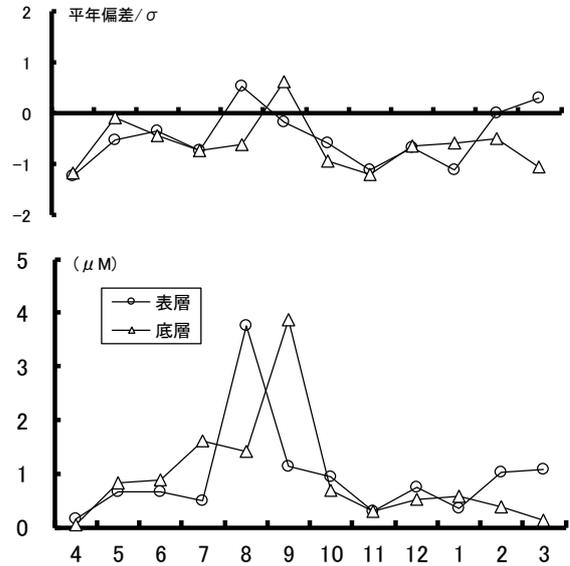


図8 DINの推移と標準化した年平均偏差

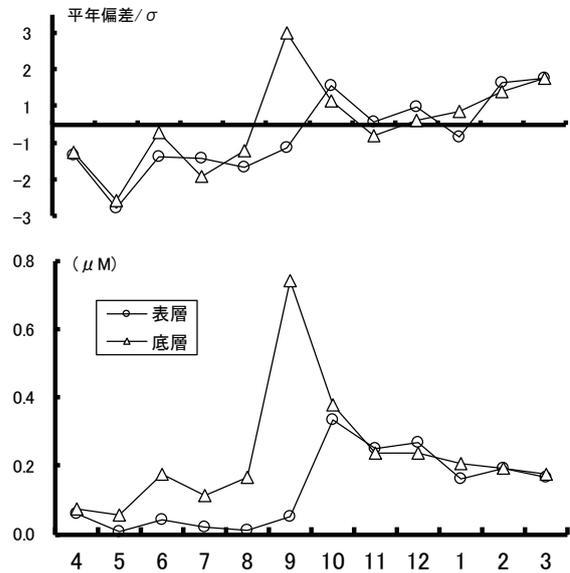


図9 PO₄-Pの推移と標準化した年平均偏差

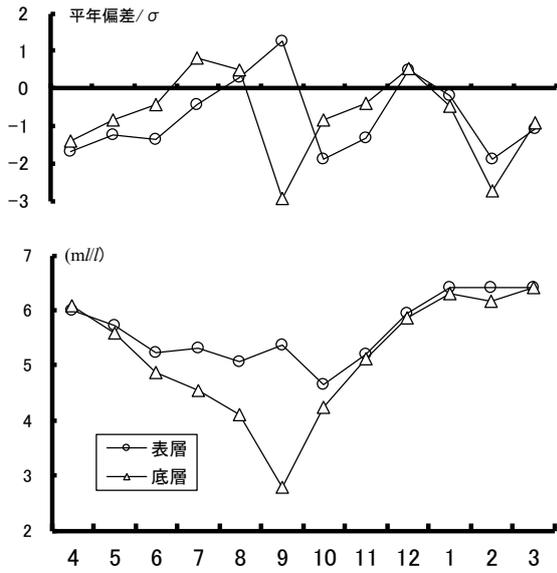


図10 溶存酸素量の推移と標準化した年平均偏差

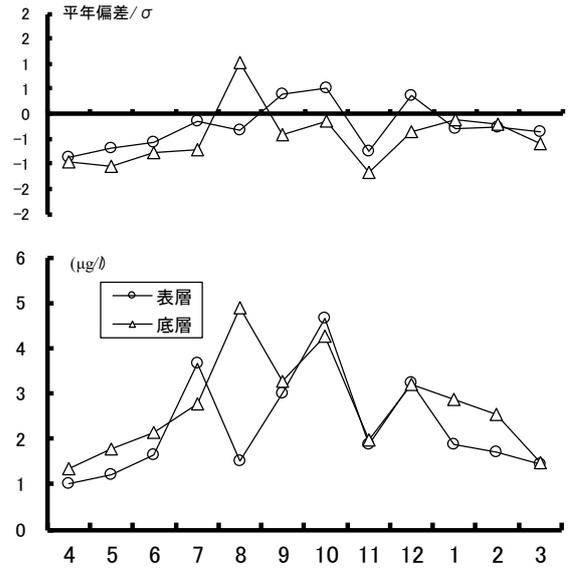


図12 クロロフィルa量の推移と標準化した年平均偏差

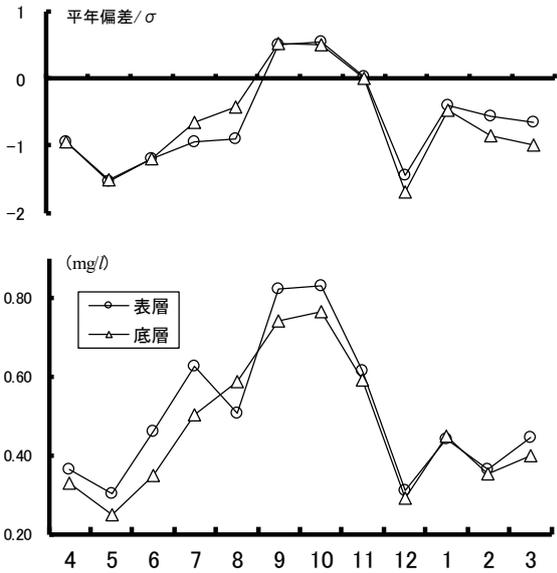


図11 CODの推移と標準化した年平均偏差

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.