

アサリ資源回復に関する調査研究-1

豊前海アサリ現存量調査

高橋杜明・内海訓弘

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、大分県漁業協同組合の関係支店及び大分県北部振興局農山漁村振興部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、20 cm 四方のステンレス製方形枠を用いて、各調査点で深さ5 cm 程度の砂れき等を2枠分採取し、目合い2 mm 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、底質別の資源量を推定した。

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	6/6	6/6	6/6	6/5	6/5	6/5	6/4	6/4	6/4	6/6	10地区
調査点数	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	60
春季 底質	砂質	5	6	4	4	5	2	6	5	6	49
	石原	1	0	2	2	1	4	0	1	0	11
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	10/17	10/17	10/17	10/18	10/18	10/18	10/16	10/16	10/16	10/16	10地区
調査点数	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	60
秋季 底質	砂質	6	6	5	6	6	1	6	6	6	54
	石原	0	0	1	0	0	5	0	0	0	6
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。春季調査では、全調査点におけるアサリの平均生息密度は100.6個体/m²(砂原108.9個体/m²、石原63.6個体/m²)、平均現存量は8.6g/m²(砂原7.0g/m²、石原16.0g/m²)であった。各地区の生息密度を比較すると、長州が最も高く(337.5個体/m²)、次いで柳ヶ浦(270.8個体/m²)、小祝(170.8個体/m²)の順で高かった。各地区の現存量を比較すると、長州が最も高く(29.8g/m²)、次いで今津(25.3g/m²)、柳ヶ浦(11.3g/m²)の順で高かった。

秋季調査では、全調査点におけるアサリの平均生息密度は9.8個体/m²(砂原6.5個体/m²、石原39.6個体/m²)、平均現存量は7.6g/m²(砂原3.3g/m²、石原47.0g/m²)であり、春季に比べて砂原と石原の平均生息密度及び砂原の平均現存量が減少した。各地区の生息密度を比較すると、高洲が最も高く(27.1個体/m²)、次いで高家(22.9個体/m²)、小祝(14.6個体/m²)の順で高かった。各地区の現存量を比較すると、高家が最も高く(37.6g/m²)、次いで高洲(9.7g/m²)、角木(8.2g/m²)の順で高かった。また、和間高田地区及び真玉地区では、アサリは確認できなかった。

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。

2024年の春季調査では、殻長5～9mmサイズが主体で、全体の92%を占めた。秋季調査では、殻長11～13mm及び17～19mmサイズが比較的多く、全体の58%を占めた。

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。

2024年の春季調査の資源量は229.2トン(砂原193.3トン、石原36.0トン)、秋季調査の資源量は196.5トン(砂原90.7トン、石原105.8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以上のアサリの資源量は、春季、秋季調査ともに確認されなかった。

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。

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
春 期	平均殻長(mm)	5.5	5.1	8.4	6.8	5.4	5.7	5.8	7.6	5.5	4.1	6.4
	最大	19.5	6.5	25.8	27.8	9.0	7.3	9.6	19.3	7.5	4.1	27.8
	最小	3.2	3.8	3.4	2.8	3.2	4.6	2.6	3.6	3.8	4.1	2.6
春 期	生息密度(個体/m ²)	170.8	10.4	14.6	58.3	106.3	20.8	270.8	337.5	14.6	2.1	100.6
	うち砂質(個体/m ²)	205.0	10.4	6.3	56.3	120.0	0.0	270.8	335.0	14.6	2.1	108.9
	うち石原(個体/m ²)	0.0	-	31.3	62.5	37.5	31.3	-	350.0	-	-	63.6
春 期	現存量(g/m ²)	7.8	0.2	8.0	25.3	2.9	0.7	11.3	29.8	0.3	0.0	8.6
	うち砂質(g/m ²)	9.4	0.2	0.6	15.1	3.2	0.0	11.3	29.0	0.3	0.0	7.0
	うち石原(g/m ²)	0.0	-	22.8	45.5	1.1	1.0	-	34.0	-	-	16.0
秋 期	平均殻長(mm)	11.8	14.7	9.1	10.8	17.3	20.2	10.7	13.7	-	-	13.5
	最大	17.2	15.8	23.5	16.1	17.3	27.3	11.2	18.7	-	-	27.3
	最小	5.5	12.5	3.1	5.5	17.3	15.7	9.9	10.0	-	-	3.1
秋 期	生息密度(個体/m ²)	14.6	10.4	27.1	4.2	2.1	22.9	8.3	8.3	-	-	9.8
	うち砂質(個体/m ²)	14.6	10.4	12.5	4.2	2.1	0.0	8.3	8.3	-	-	6.5
	うち石原(個体/m ²)	-	-	100.0	-	-	27.5	-	-	-	-	39.6
秋 期	現存量(g/m ²)	7.2	8.2	9.7	1.7	2.7	37.6	3.0	6.4	-	-	7.6
	うち砂質(g/m ²)	7.2	8.2	0.3	1.7	2.7	0.0	3.0	6.4	-	-	3.3
	うち石原(g/m ²)	-	-	56.5	-	-	45.1	-	-	-	-	47.0

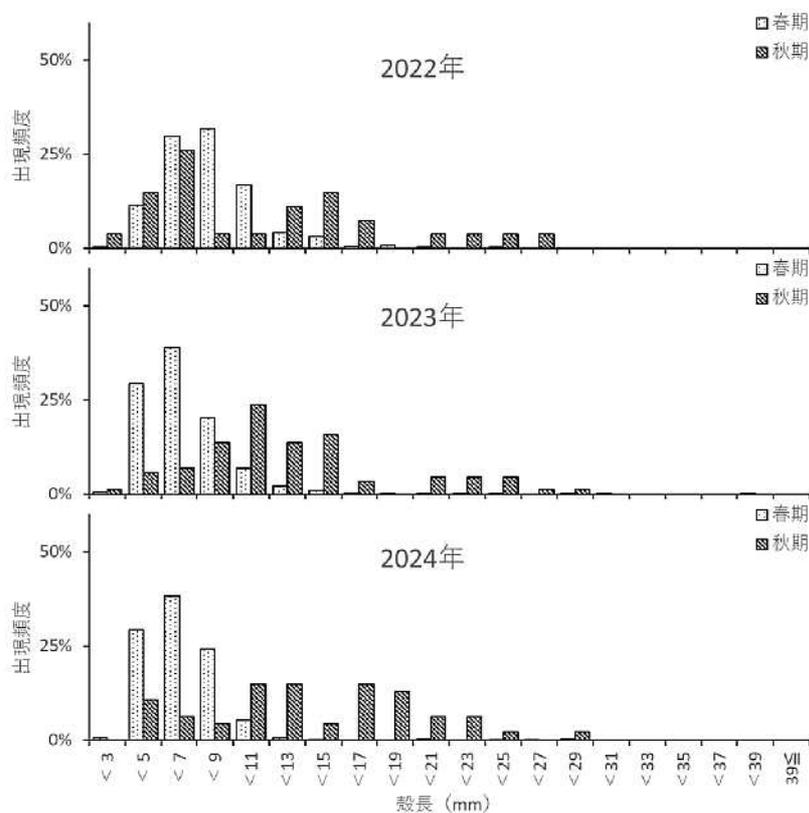


図 2 採集したアサリの過去 3 年の殻長組成 (2022 年~2024 年)

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)	27.75	km ²	2.25	km ²	30.0	km ²							
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
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
2020年	春	170.1	t	22.5	t	192.6	t	192.6	t	0.0	t	192.6	t
	秋	64.7	t	38.5	t	103.2	t	103.2	t	0.0	t	103.2	t
2021年	春	69.7	t	145.4	t	215.1	t	215.1	t	0.0	t	215.1	t
	秋	86.9	t	8.6	t	95.5	t	95.5	t	0.0	t	95.5	t
2022年	春	269.5	t	118.6	t	388.1	t	388.1	t	0.0	t	388.1	t
	秋	69.7	t	18.5	t	88.2	t	88.2	t	0.0	t	88.2	t
2023年	春	376.3	t	188.1	t	564.4	t	491.4	t	73.0	t	564.4	t
	秋	341.3	t	12.1	t	353.4	t	353.4	t	0.0	t	353.4	t
2024年	春	193.3	t	36.0	t	229.2	t	229.2	t	0.0	t	229.2	t
	秋	90.7	t	105.8	t	196.5	t	196.5	t	0.0	t	196.5	t

推定資源量 (t)

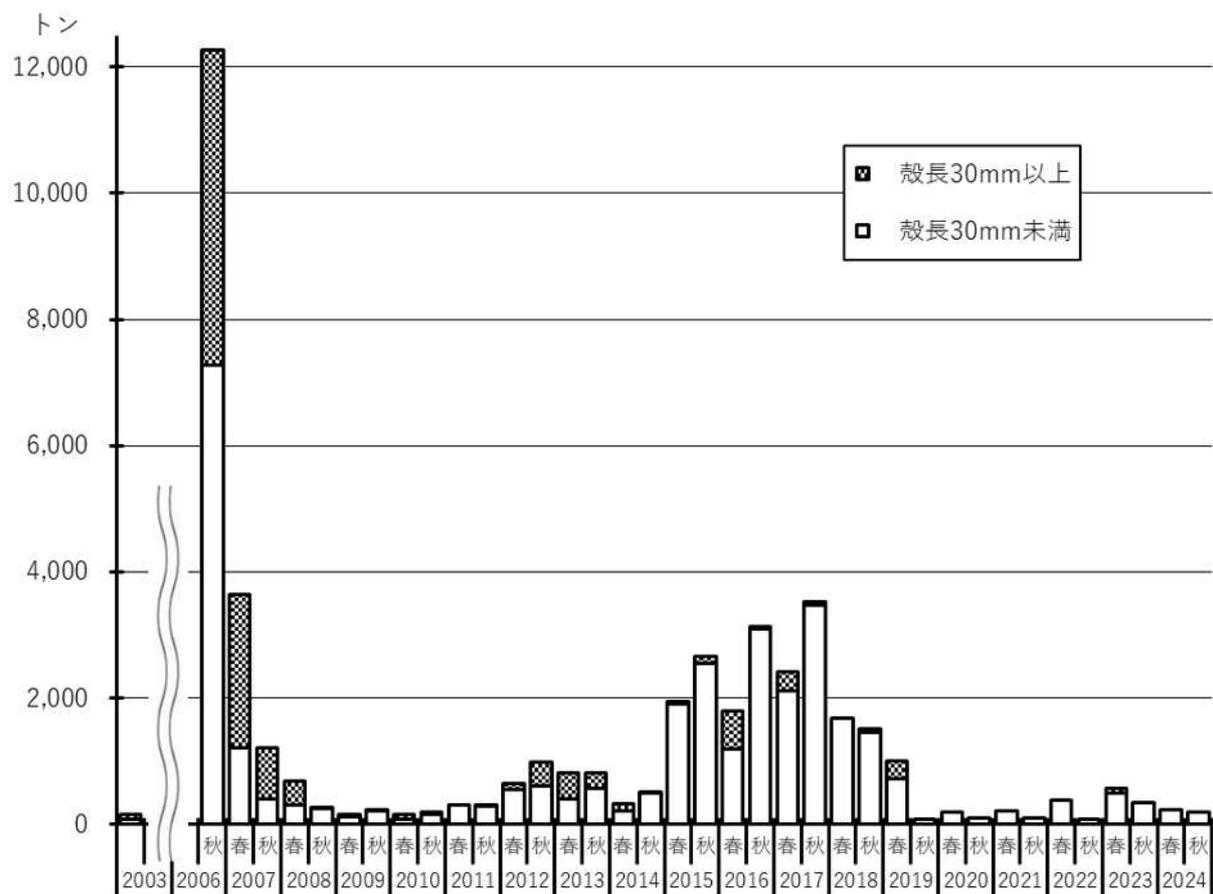


図3 豊前海におけるアサリの推定資源量の推移

表2に示す。胃内容物が確認された8尾のうち3尾については、今回の解析では、マルスダレガイ科、ナミガイ、トリガイなどの二枚貝類を多く摂食していることが明らかとなった。

2. 標本船日誌調査

4月から9月にかけて別府湾（杵築）の定置網にナルトビエイの入網が確認され、サイズ別入網数は、大が40尾（28.0%）、中が65尾（45.4%）、小が38尾（26.6%）であった。今後も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。

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。

文献

- 1) 伊藤龍星，平川千修．胃と長の内容物から見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；39-44.
- 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.
- 3) 堀切保志．アサリ資源回復に関する調査研究-2. 令和5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2024；164-168.

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(kg)	駆除尾数	駆除尾数(千尾)	平均体重(kg)	CPUE(kg/隻・日)
2007	46	231	95,900	11602	11.6	8.27	415.2
2008	32	357	105,400	9952	10.0	10.59	295.2
2009	50	89	21,100	2618	2.6	8.06	237.1
2010	65	154	22,700	2591	2.6	8.76	147.4
2011	60	151	35,100	3872	3.9	9.07	232.5
2012	59	136	35,500	4048	4.0	8.77	261.0
2013	76	252	45,400	7275	7.3	6.24	180.2
2014	55	127	37,200	4895	4.9	7.60	292.9
2015	64	109	18,500	2878	2.9	6.43	169.7
2016	77	111	12,800	1785	1.8	7.17	115.3
2017	61	81	18,400	1823	1.8	10.09	227.2
2018	69	126	8,700	1467	1.5	5.93	69.0
2019	57	73	9,800	2002	2.0	4.90	134.2
2020	35	38	4,900	661	0.7	7.41	128.9
2021	43	47	5,100	954	1.0	5.35	108.5
2022	26	32	3,200	552	0.6	5.80	100.0
2023	29	33	5,029	874	0.9	5.75	152.4
2024	41	65	8,265	1165	1.2	7.09	127.2

表2 胃内容物調査結果

検体番号 (エイ)	漁獲年月日	体盤幅 (mm)	性別	形態での同定	DNAでの同定	湿重量 (g)	備考
No.1	2024/5/24	1300	♀	ナミガイ	ナミガイ属	13.6	
				二枚貝綱	-※	7.0	
				軟体動物門	-※	16.6	
				二枚貝綱	-※		
No.2	2024/5/24	1300	♀	ウチムラサキ	Dosinia属	22.3	
				ウチムラサキ	ナミガイ属		
				二枚貝綱	未実施	6.3	
No.3	2024/5/24	740	♂	トリガイ	トリガイ	6.5	
No.4	2024/5/24	940	♀	マルスダレガイ科	Dosinia属	5.8	
				マルスダレガイ科	Dosinia属		
				二枚貝綱	Dosinia属	0.9	
No.5	2024/7/4	630	♂	軟体動物門	ネコガイ	10.2	
No.7	2024/7/22	740	♂	二枚貝綱	未実施	0.5	
No.8	2024/7/22	700	♂	-	-	0.0	空胃
No.9	2024/7/22	700	♂	-	-	0.0	空胃
No.15	2024/7/29	780	♂	スガイ	スガイ	14.7	
				ウミニナ	ウミニナ	3.2	
No.18	2024/7/29	700	♀	トリガイ	トリガイ	9.3	

※:信頼性の高い塩基配列情報を取得できなかった。

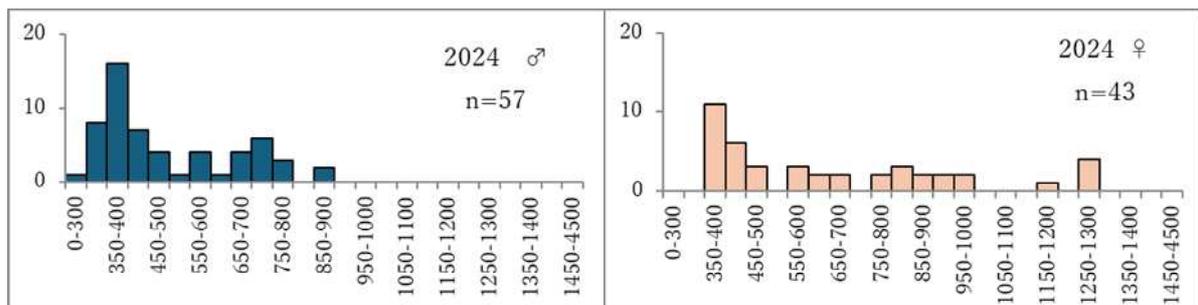


図2 駆除されたナルトビエイの体盤幅組成 (左:雄、右:雌)

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

資源評価調査委託事業①（資源関連調査）

（水研委託）

内海訓弘・堀切保志

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、安岐市場及び県漁協日出支店（2024年1～12月）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、2024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）

2024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 75.0%、トラフグ 73.1%、ヒラメ 65.4%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754尾を測定した。測定したヒラメの平均全長は41.2cm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の漁獲量（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、3月から増加し4月に最高となった後5月に若干減少し、8月まで減少が続いた。9～10月は漁獲がなかったが、11月以降漁獲されるようになり12月まで増加が続いた。年平均は0.41kg/隻・日であり、前年（0.73kg/隻・日）に比べて減少した。

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、シャコの各CPUEは引き続き低水準で推移した。

表1 2024年のマダイ漁獲量 (kg)

月	姫島					小計	富来
	釣り	延縄	刺し網	ごち網	ごち網		
1	10	5	79	0	94	0	
2	102	0	656	0	758	580	
3	139	0	1,074	0	1,212	224	
4	141	0	657	0	798	1,269	
5	629	0	1,013	0	1,642	0	
6	654	0	793	0	1,447	511	
7	1,622	0	603	77	2,302	284	
8	223	0	14	91	329	10	
9	165	0	81	0	245	386	
10	179	0	8	93	280	0	
11	123	0	3	138	264	94	
12	91	0	14	137	242	112	
計	4,078	5	4,994	536	9,614	3,468	

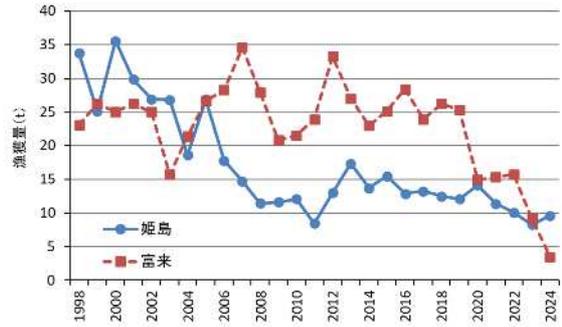


図1 マダイ漁獲量の推移

表2 2024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	3	546	0	0	549	0	
2	6	298	0	0	304	4	
3	0	134	0	0	134	3	
4	0	15	0	0	15	0	
5	3	21	0	0	24	0	
6	0	0	0	0	0	0	
7	3	36	0	0	39	0	
8	0	0	0	0	0	0	
9	0	13	1	0	14	0	
10	2	61	0	0	63	0	
11	0	273	0	0	273	9	
12	0	760	0	0	760	0	
計	16	2,156	1	0	2,173	15	

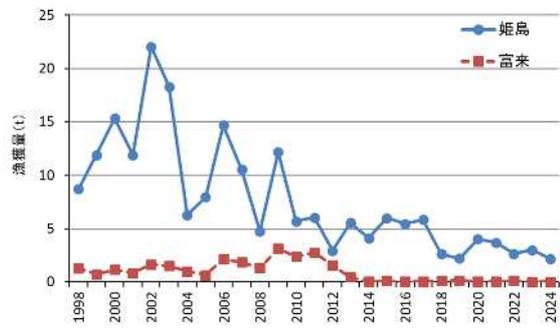


図2 トラフグ漁獲量の推移

表3 2024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	47	0	12	0	59	150	
2	118	0	82	0	200	66	
3	109	0	119	0	228	62	
4	250	0	136	0	386	22	
5	620	0	426	0	1,045	21	
6	122	0	170	0	292	9	
7	130	0	108	0	239	42	
8	24	0	23	0	47	0	
9	100	0	15	0	116	13	
10	210	0	2	0	212	1	
11	105	0	4	0	109	5	
12	135	0	30	0	164	46	
計	1,969	0	1,126	0	3,095	437	

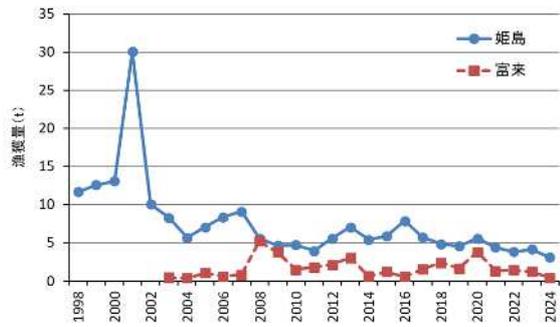


図3 ヒラメ漁獲量の推移

表4 2024年ヒラメ市場調査結果

	姫島	安岐	日出	計
測定尾数	415	186	153	754
平均全長 (cm)	46.5	31.0	39.2	全平均41.2

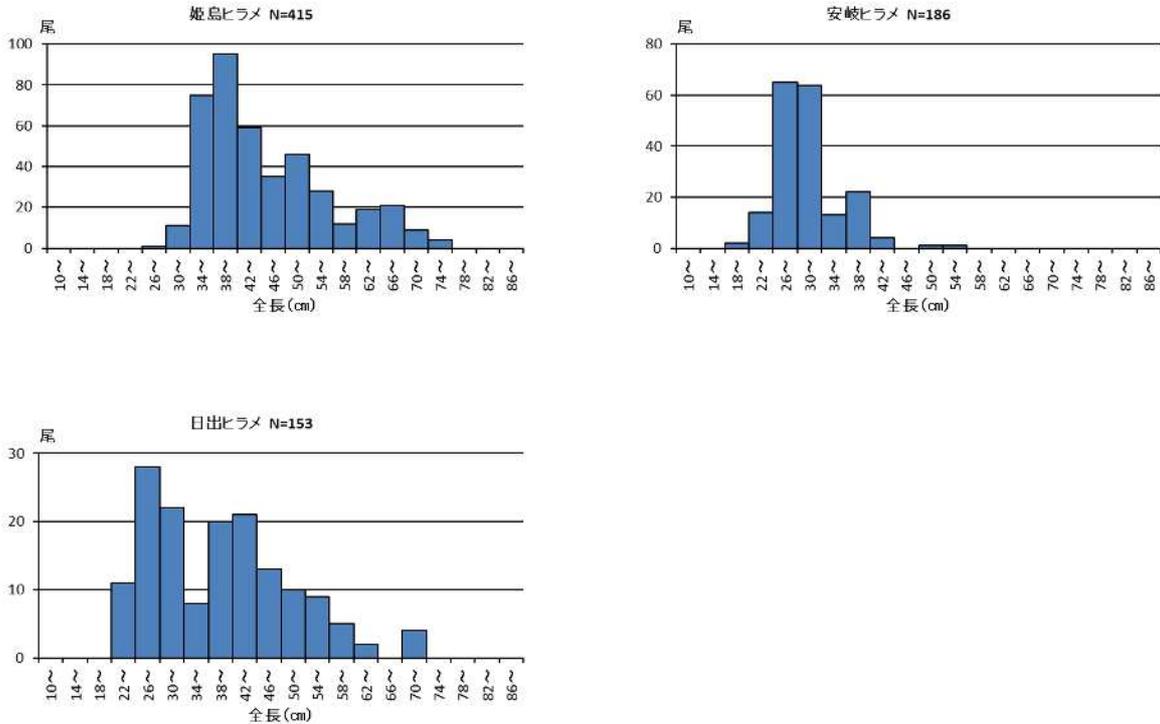


図4 2024年市場調査におけるヒラメの体長組成

表5 別府湾小型底びき網のヒラメの月別CPUE

月(2024年)	CPUE(kg/隻・日)
1月	0.28
2月	0.38
3月	0.76
4月	1.15
5月	1.06
6月	0.28
7月	0.34
8月	0.04
9月	0(漁獲なし)
10月	0(漁獲なし)
11月	0.32
12月	0.54
平均	0.41

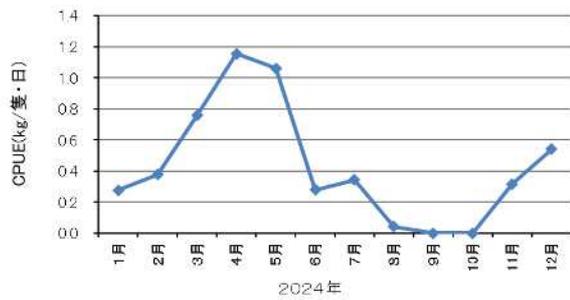


図5 別府湾小型底びき網のヒラメの月別CPUE

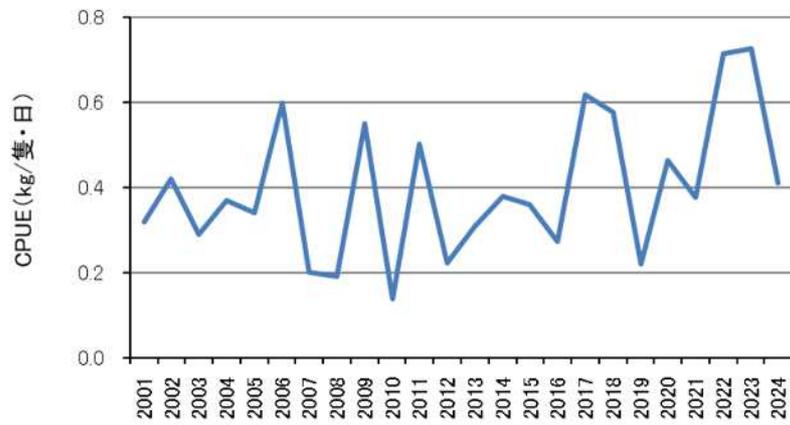


図6 別府湾小型底びき網のヒラメCPUEの推移

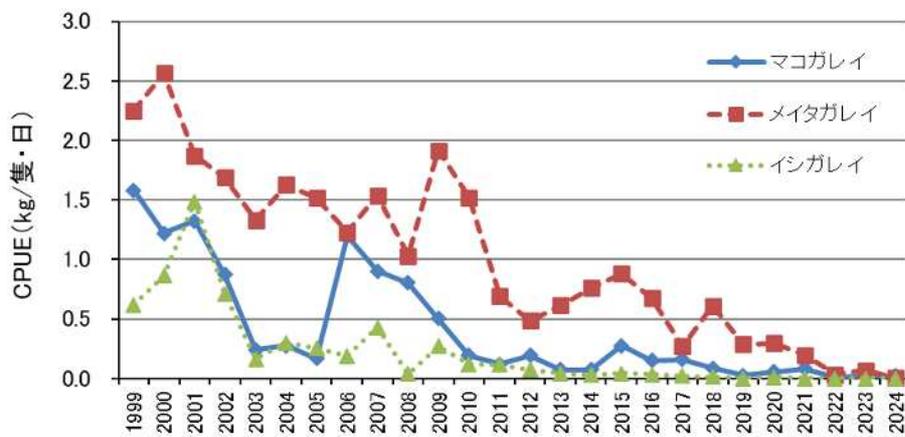


図7 周防灘小型底びき網のカレイ類CPUEの推移

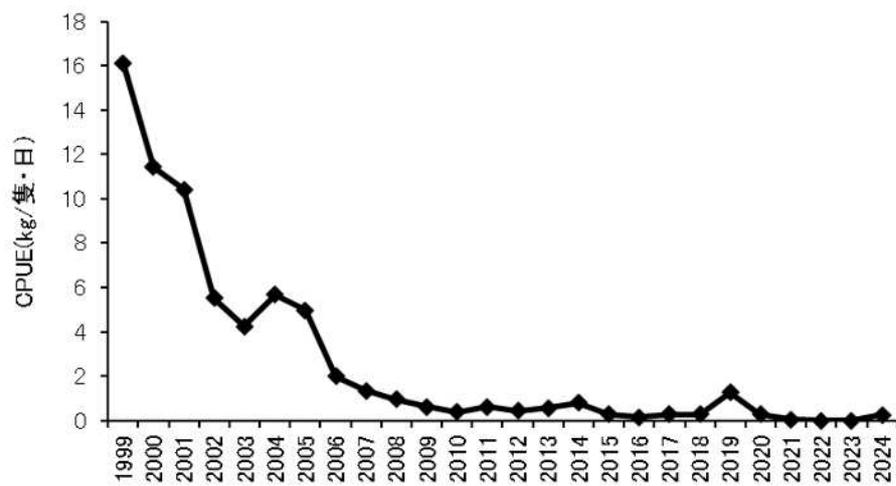


図8 周防灘小型底びき網のシャコCPUEの推移

地域重要魚介類の資源動向及び回復施策に関する研究－1

資源評価調査委託事業②（卵稚仔分布調査）

（水研委託）

堀切保志、岡田 理

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、卵と稚仔の同定及び計数を行った。

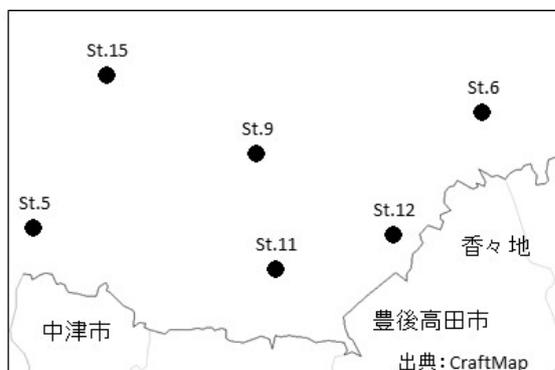


図1 卵稚仔調査定点図

事業の結果

卵稚仔の月別出現量を表1に示した。

1. カタクチイワシの卵稚仔

カタクチイワシ卵の月別出現量を図2、年別出現量を図3に示した。月別出現量は、全ての月で平年（過去30年間の平均）を下回った。2024年の出現量は系532粒で、平年値（1,139粒）を下回った。

カタクチイワシ稚仔魚の月別出現量を図4、年別出現量を図5に示した。月別出現量は、全ての月で平年を下回った。2024年の出現量は計18尾で、平年値（151尾）を下回った。

2. その他魚類の卵稚仔

その他魚類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5月、9月で平年を上回り、その他の月で平年を下回った。2024年の出現量は計190粒で、平年値（311粒）を下回った。

その他魚類の稚仔魚の月別出現量を図8、年別出現量を図9に示した。月別出現量は9月で平年を上回り、その他の月で平年を下回った。2024年の出現量は計89尾で、平年値（104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
2024年4月	13	0	8	0
5月	57	3	42	6
6月	271	12	45	8
7月	94	2	59	16
8月	69	0	8	8
9月	28	1	28	51
計	532	18	190	89

※7月、8月のSt.6、St.9、St.15は欠測

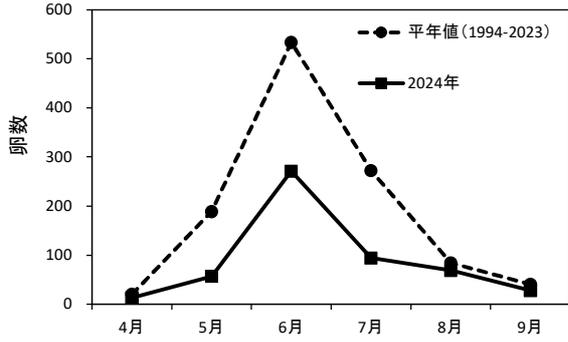


図2 カタクチイワシ卵の出現量

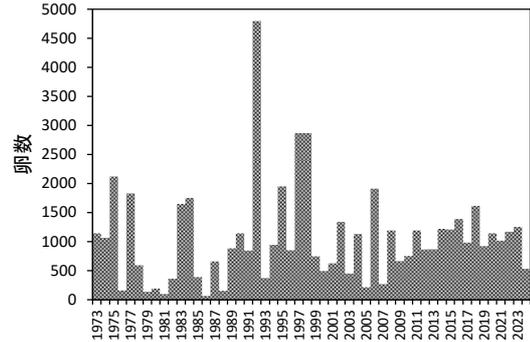


図3 カタクチイワシ卵の年別出現量

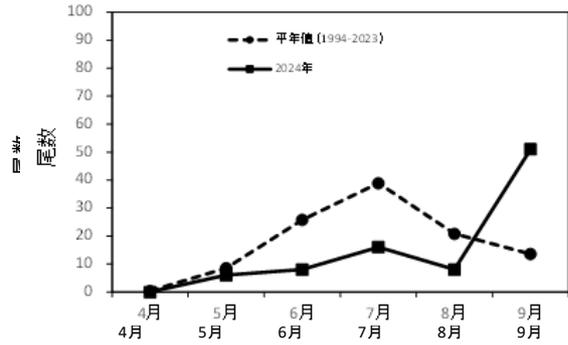


図4 カタクチイワシ稚仔魚の出現量

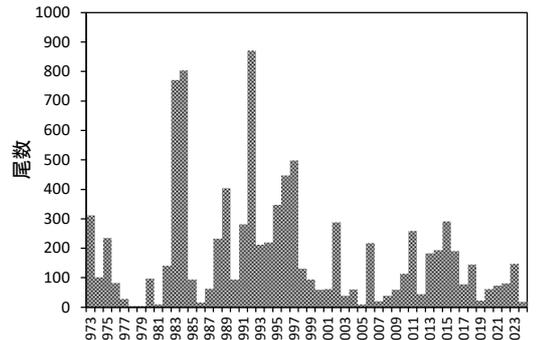


図5 カタクチイワシ稚仔魚の年別出現量

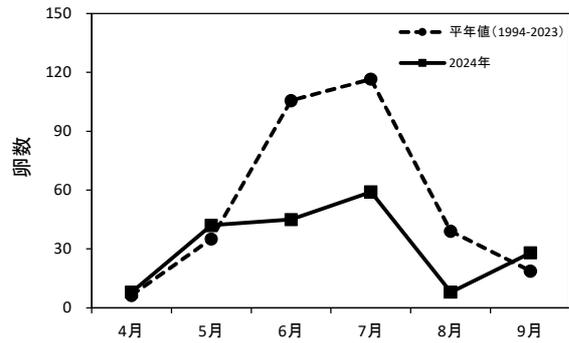


図6 その他卵の出現量

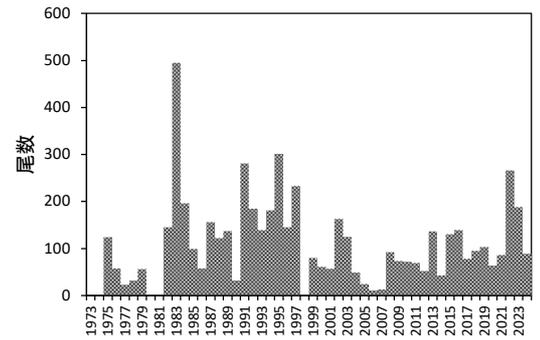


図7 その他卵の年別出現量

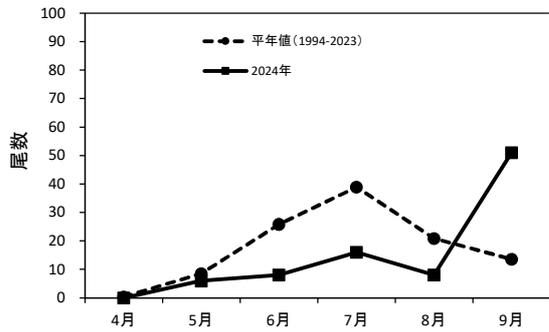


図8 その他稚仔魚の出現量

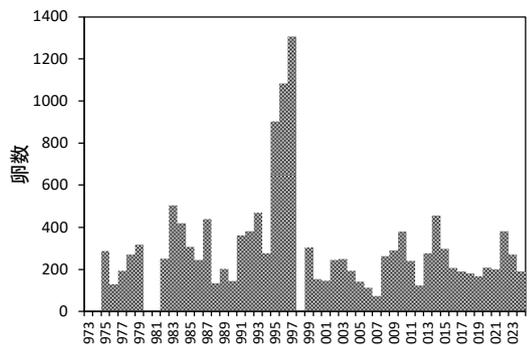


図9 その他稚仔魚の年別出現量

地域重要魚介類の資源動向及び回復施策に関する研究-2 水産資源管理推進事業（タチウオ水揚げ量調査）

堀切保志

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

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、大分県漁業協同組合（以下、見漁協）各支店や仲買等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、同姫島支店の銘柄別取扱伝票もしくは市場出荷伝票から2024年の魚体サイズ別の漁獲量集計を行った（図1）。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

表1に国見支店、表2に姫島支店の銘柄別箱数を示す。

表1 2024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													0
3													0
4	5	6	4			1			2		1		19
5	15	11	10						1	2	5	4	48
6	8	6	5				2	3	14	19	27	25	109
7	13	5	9		1		2	9	42	70	40	30	221
8	11	5	9	1		2	10	23	82	86	52	23	304
9	16	13	10	6	3	6	9	35	93	66	34	37	328
10	20	8	18	6	2	8	19	43	48	48	27	24	271
11	8	8	12	2	5	8	11	18	22	16	4	8	122
12	183	89	76	33	17	73	169	124	189	183	121	159	1,416
13	6	3	2	5	5	11	14	7	7	5	5	3	73
14	9	8	5	6	1	10	25	13	23	19	11	25	155
15	10	3	5	3	7	10	18	8	4	6	5	10	89
16	200	75	68	59	49	179	209	78	127	179	144	221	1,588
17	8	1	7	3	6	19	13	3	9	11	13	9	102
18	2	5	6	4	1	4	7	1	2	2	1	1	36
19	126	56	73	82	65	157	79	34	82	143	133	132	1,162
20	2	4	8	8	5	3	6	5	8	13	6	7	75
21			2	1	2	2	3	4	4	5	1	1	25
22	4	3	4	2	1	5	2	2	3	3	5	3	37
23	7	2	15	5	4	8	4	7	16	22	21	10	121
24	10	6	12	13	4	15	3	4	13	20	11	2	113
25	108	50	61	62	68	46	21	15	136	158	98	56	879
小	32	14	33	41	18	6	7	13	133	76	55	7	435
半端	11	4	16	7	10	27	23	22	12	5	1	1	139
総計	814	385	470	349	274	600	656	471	1,072	1,157	821	798	7,867

表2 2024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													0
3	1												1
4		1								1			2
5	8	5				1			1	5	1	2	23
6	5	2							13	15	24	19	78
7	4	2							32	86	94	43	261
8	5	3					1		85	175	84	52	405
9	8	10		1	1	3	2		72	105	62	28	292
10	17	8		2	8	12	18		51	80	33	28	257
11	20	8		6	6	24	24		29	69	43	35	264
12	54	18		16	35	94	93		160	234	156	187	1,047
13	2	1		2	2	6	10		7	13	10	13	66
14	22	3		8	16	46	28		12	63	41	89	328
15	38	7		7	13	55	63		34	95	64	147	523
16	39	8		23	73	262	114		84	204	165	292	1,264
17	1	2		1	1	8	5		2	17	11	12	60
18	16	3		12	33	76	18		25	77	50	100	410
19	21	1		17	32	82	29		22	93	59	130	486
20	26	5		39	110	222	53		75	195	149	233	1,107
21				1	4	10	2		6	10	10	13	56
22	3			4	9	19	5		14	46	23	29	152
23	7			7	17	29	7		16	45	30	38	196
24													0
25	41	1		44	117	140	19		115	309	240	310	1,336
小	13	1		36	48	14	2		100	143	103	91	551
半端	4			5	13	6			6		8	2	44
総計	355	89	0	226	530	1,116	499	0	961	2,080	1,460	1,893	9,209

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

トラフグ (国庫補助)

永田みのり

事業の目的

大分県海域に来遊するトラフグは、日本海から東シナ海と広く分布する系群に由来しており、関係府県とともに資源回復に向けて取り組んでいるが、本種の資源量は非常に少ない状態が継続している¹⁾。本県ではトラフグの資源評価のために、漁獲量調査、市場調査に加えて、漁獲物の標本購入を行い、人工種苗の混入率調査を実施している。

なお、本県では2024年7月14日に山口県漁業公社で生産し、耳石にALC標識を装着したトラフグ種苗6,000尾(平均全長81.5 mm)を佐伯市鶴見吹浦地先(三栗島周辺)で放流した。なお、このうち3,000尾には右胸鰭切除標識を施した。

事業の方法

1. 漁獲量調査及び市場調査

トラフグの漁獲量調査は大分県漁業協同組合(以下、県漁協)14支店分のデータにより、海区別の漁獲量を求めた。漁獲量データを取り扱った各支店の位置を図1に示す。県漁協佐賀関支店より北を瀬戸内海区、同支店以南を豊後水道区のデータとして取り扱った。

市場調査は、2024年1月～12月にかけて月3回以上の頻度で行い、図2の7ヵ所(宇佐、姫島、日出、臼杵、津久見、佐伯、鶴見)で出荷されたトラフグの全長測定により全長組成を求め、

Age-Length-Key²⁾による年齢推定を行った。また、標識魚の確認を行い、標識魚の混入率(標識魚尾数 / 調査尾数 × 100) (%)を算出した。

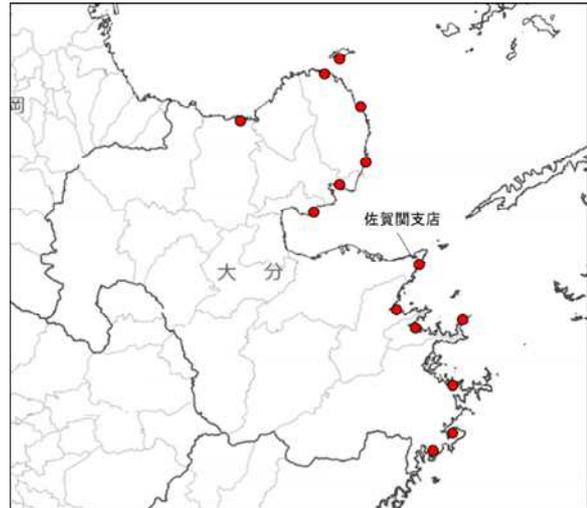


図1 漁獲量データを用いた県漁協支店の位置図
※海洋状況表示システム (<https://www.msil.go.jp/>)
を加工して作成

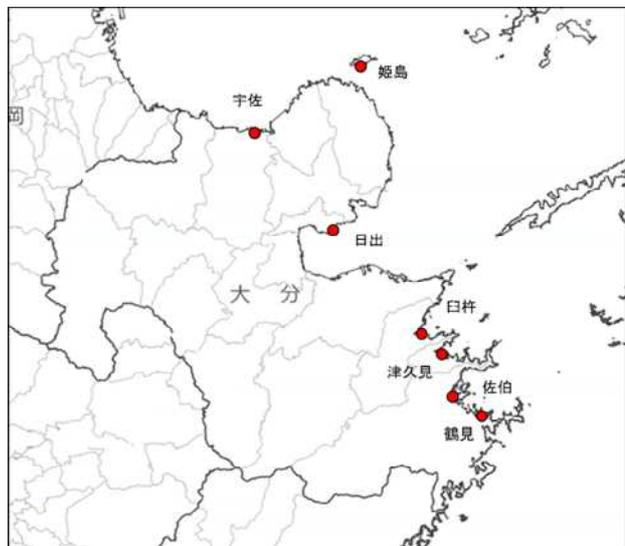


図2 市場調査実施位置図

※海洋状況表示システム (<https://www.msil.go.jp/>)
を加工して作成

確認された標識個体については、全長-体重の関係式³⁾から推定体重、Age-Length-Keyから推定年

齢を求めた。なお、臼杵、津久見、佐伯、鶴見のデータについては測定尾数が少なかったことから合算して集計した。

2. 人工種苗の混入率調査

トラフグ人工種苗の当歳魚の混入状況を調査するため、県漁協姫島支店において主な漁期である2024年10月から2025年3月に水揚げされたトラフグのうち、各月50尾程度の小銘柄(体重800 g以下)を購入し標本とした。

標本魚の全長、体長、体重を測定後、外部標識(胸鰭切除、有機酸(他県において標識付けを実施)、鼻孔隔皮欠損(自然標識の一種、人工種苗においては天然個体より高い確率で確認される))の有無を確認するとともに、耳石のALC標識の有無から漁獲に占める放流魚の混入率を推定した。なお、耳石のALC標識及び年齢については、国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産資源研究所 水産資源研究センターに分析を依頼した。また、蛍光顕微鏡(BX53, OLYMPUS社製)と蛍光光源装置(U-HGLGPS, OLYMPUS社製)を用いて標識径を観察した。

事業の結果

1. 漁獲量調査及び市場調査

2024年の大分県におけるトラフグの海区別漁業種類別漁獲量を表1に示す。大分県の年間漁獲量は5,653.6kgであった。なお、トラフグ漁獲量が最も多い漁業種類は、2023年と同じく瀬戸内海区ではえ縄、豊後水道区では一本釣であった。

市場調査における測定尾数を表2に、標識魚の測定尾数を表3に、標識魚の混入率を表4示す。2024年は臼杵において1尾の右胸鰭切除標識個体が確認された(表4)。この個体は全長が400 mmであったことから、体重は761.5 g、年齢は1-2歳であると推定された。なお、右胸鰭切除標識は多くの府県においてトラフグ種苗に使用されているため、この個体の放流群は特定できなかった。

図3に瀬戸内海区(宇佐・姫島・日出)の市場調査で得られた全長組成、図4に豊後水道区(臼杵、津久見、佐伯、鶴見)の市場調査で得られた全長組成を示す。全長の範囲は、瀬戸内海区では200~570

mm(図3)、豊後水道区では310~620 mm(図4)であり、主な漁獲対象年齢は、瀬戸内海区では0~2歳魚、豊後水道区では1歳魚以上であると推定された。

2. 人工種苗の混入率調査

県漁協姫島支店におけるトラフグの混入率調査結果を表5に示す。出漁の関係から、標本が回収できたのは2024年12月と2025年1月のみであった。測定した小銘柄66尾のうち、2尾は1歳魚であった。外部標識(鼻孔隔皮欠損)個体は計9尾確認された。また、耳石のALC標識個体が計15尾確認されたことから、当歳魚における人工種苗の混入率は23.4%であった。

今後の課題

県漁協姫島支店における人工種苗の混入率調査の結果、2024年漁期の人工種苗の混入率は23.4%であり、2022年漁期の混入率(57.8%) (崎山、未公表)や、2023年漁期の混入率(41.0%) (崎山、未公表)に比べて低かった。今後も引き続き混入率調査を継続し、混入率の増減を左右する環境要因等について調べていく必要がある。

文献

- 1) (2023)年度トラフグ日本海・東シナ海・瀬戸内海系群の資源評価。
https://www.fra.go.jp/shigen/fisheries_resources/meeting/stok_assesment_meeting/2023/files/sa2023-sc06/fra-sa2023-sc06-07.pdf
- 2) 上田幸夫, 佐野二郎, 内田秀和, 天野千絵, 松村靖治, 片山貴士. 東シナ海, 日本海及び瀬戸内海産トラフグの成長とAge-length key. 日本水産学会誌2010; 76(5): 803-811.
- 3) 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). 1990: 1-64.

表1 2024年 大分県におけるトラフグの海区別漁業種類別漁獲量

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 (kg)
瀬戸内海	はえ縄	545.6	298.3	134.0	18.6	20.5	0.0	36.0	0.0	19.3	65.2	297.9	770.9	2,206.3
	一本釣	5.2	10.4	5.5	1.1	6.5	4.9	8.8	5.6	8.9	1.5	8.8	2.8	70.0
	刺網						5.3			2.0	1.5	3.4	2.0	14.2
	小型底びき網	15.5	1.8	9.5	3.0	17.0	2.0	1.0	6.0	3.0	19.0	2.0	6.0	85.8
	定置網				2.0									2.0
	その他					1.0				1.2			1.0	3.2
	小計	566.3	310.5	149.0	24.7	45.0	12.2	45.8	11.6	34.4	87.2	312.1	782.7	2,381.5
豊後水道	はえ縄	73.4	34.1	0.8		3.4	2.4	9.2		49.7	69.0	11.5	27.4	280.9
	一本釣	930.9	642.0	483.6	5.6	4.4	16.2	14.0	9.0	26.1	277.3	157.1	91.5	2,657.7
	刺網								2.3	1.2			0.6	4.1
	小型底びき網	11.7	6.3	19.6	0.8		3.5			1.4	9.3	2.5	4.4	59.5
	定置網	1.5	3.5					8.0						13.0
	船びき網													0.0
	小型まき網													0.0
	中型まき網	53.5	41.7	21.4	8.4	5.6	11.7	19.6	13.8	18.1	12.5	6.9	11.4	224.6
	大中型まき網	6.4	8.7	12.1	2.0				2.1					31.3
	その他			1.0										1.0
	小計	1,077.4	736.3	538.5	16.8	13.4	33.8	50.8	27.2	96.5	368.1	178.0	135.3	3,272.1
合計	1,643.7	1,046.8	687.5	41.5	58.4	46.0	96.6	38.8	130.9	455.3	490.1	918.0	5,653.6	

表2 2024年 市場調査における測定尾数

調査市場	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 (尾)
宇佐	11	20	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49
姫島	26	20	11	4	4	4	5	5	14	6	13	80	192
日出	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
臼杵・津久見・佐伯・鶴見	7	0	3	6	2	3	0	0	1	1	1	10	34

表3 2024年 市場調査における標識魚の測定尾数

調査市場	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 (尾)
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
日出	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
臼杵・津久見・佐伯・鶴見	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

表4 2024年 市場調査における標識魚の混入率

調査市場	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	0.00	0.00	0.00										0.00
姫島	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
日出													
臼杵・津久見・佐伯・鶴見	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	10.00	2.94

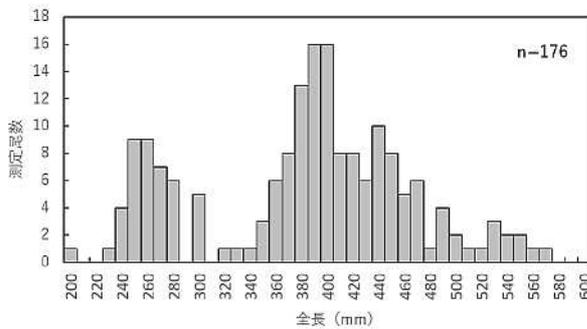


図3 瀬戸内海区における全長組成

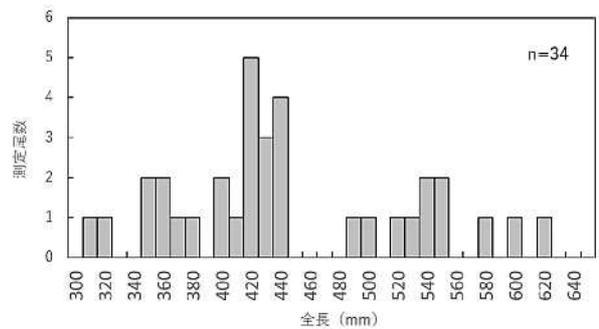


図4 豊後水道区における全長組成

表5 県漁協姫島支店におけるトラフグ人工種苗の混入率調査結果

測定番号	漁獲日	全長 (mm)	体長 (mm)	体重 (g)	性別 (1:オス、2:メス)	外部標識			ALC標識	備考
						胸鰭切除	有機酸	鼻孔隔皮欠損		
1	2024/12/12	296	223	383.2	1	無	無	無	有	
2	2024/12/12	298	258	543.2	1	無	無	無	無	
3	2024/12/12	290	239	485.7	1	無	無	無	無	
4	2024/12/12	272	219	419.4	2	無	無	無	無	
5	2024/12/12	290	234	404.5	1	無	無	無	無	
6	2024/12/12	276	223	384.3	2	無	無	無	無	
7	2024/12/12	298	219	411.7	1	無	無	無	無	
8	2024/12/12	292	239	529.4	1	無	無	有(右)	無	
9	2024/12/12	293	237	422.2	2	無	無	無	無	
10	2024/12/12	270	227	365	2	無	無	無	無	
11	2024/12/13	268	219	318.8	2	無	無	有(左右)	有	
12	2024/12/13	265	217	340.9	1	無	無	無	有	
13	2024/12/13	265	218	354.8	2	無	無	無	無	
14	2024/12/13	264	218	358.8	2	無	無	無	無	
15	2024/12/13	274	221	360.5	2	無	無	無	無	
16	2024/12/13	261	204	290.8	1	無	無	無	有	
17	2024/12/13	259	206	276.3	1	無	無	無	無	
18	2024/12/13	281	227	424.8	1	無	無	無	無	
19	2024/12/13	267	217	357.9	2	無	無	無	無	
20	2024/12/13	270	218	348.8	2	無	無	有(右)	無	
21	2024/12/13	259	208	287	1	無	無	無	有	
22	2024/12/13	272	221	350.9	1	無	無	無	無	
23	2024/12/13	241	197	262.7	1	無	無	無	有	
24	2024/12/13	262	212	279.4	2	無	無	無	無	
25	2024/12/13	247	201	271.9	2	無	無	無	無	
26	2024/12/13	272	223	369.1	1	無	無	無	無	
27	2024/12/13	237	191	240.7	1	無	無	有(右)	無	
28	2024/12/13	277	228	352.6	2	無	無	無	有	
29	2024/12/13	263	212	375	2	無	無	無	無	
30	2024/12/13	245	197	272.1	2	無	無	無	有	
31	2024/12/13	240	196	247	2	無	無	有(左右)	有	
32	2024/12/13	256	206	282.9	2	無	無	有(右)	有	
33	2024/12/13	281	224	389.6	2	無	無	無	無	
34	2024/12/13	252	203	280.6	1	無	無	無	無	
35	2024/12/13	241	197	256.4	2	無	無	無	有	
36	2024/12/13	266	215	337.2	1	無	無	無	無	
37	2024/12/13	261	213	321.5	2	無	無	無	無	
38	2024/12/13	268	214	360	1	無	無	無	無	
39	2024/12/17	263	210	296.9	2	無	無	無	無	
40	2024/12/17	272	222	361.7	2	無	無	無	無	
41	2024/12/17	253	206	262	2	無	無	無	無	
42	2024/12/17	242	196	271	2	無	無	無	無	
43	2024/12/17	234	192	197.9	2	無	無	有(右)	有	
44	2024/12/17	259	212	314.5	1	無	無	無	無	
45	2024/12/21	278	223	393.1	2	無	無	無	無	
46	2024/12/21	251	206	284.1	1	無	無	無	有	
47	2024/12/21	286	233	422.4	2	無	無	無	無	
48	2024/12/21	273	220	429.7	2	無	無	無	無	
49	2024/12/21	259	207	317.9	2	無	無	無	無	
50	2024/12/21	295	244	581.4	1	無	無	有(左右)	無	
51	2024/12/21	265	216	357.6	1	無	無	無	無	
52	2024/12/21	293	238	474	1	無	無	無	無	
53	2024/12/21	248	203	289.2	1	無	無	無	無	
54	2024/12/21	237	196	235.1	2	無	無	無	有	
55	2024/12/21	246	202	254.7	2	無	無	無	無	
56	2025/1/3	296	245	391.7	2	無	無	有(左右)	無	
57	2025/1/3	262	211	344.2	1	無	無	無	無	
58	2025/1/3	250	203	304.1	1	無	無	無	有	
59	2025/1/6	262	211	308.3	2	無	無	無	無	
60	2025/1/6	277	221	369.3	1	無	無	無	無	
61	2025/1/6	269	214	328.6	1	無	無	無	無	
62	2025/1/8	277	226	371.7	2	無	無	無	無	
63	2025/1/8	273	219	346.9	1	無	無	無	無	
64	2025/1/8	259	210	327	2	無	無	無	無	
65	2025/1/6	375	306	728.7	1	無	無	無	無	1歳魚
66	2025/1/25	371	303	794.4	2	無	無	無	無	1歳魚

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

マダコ

(国庫補助)

永田みのり

事業の目的

本県において、マダコは瀬戸内海域の重要な水産資源であるが、2000年代以降は漁獲量の減少傾向が継続している¹⁾。本種の資源状態については、現在調査、研究が行われているが、未だ不明な部分が多い。一方で、山口県瀬戸内海域では前年の資源水準及び冬期・夏期の海水温が高いと資源量が増加する可能性がある²⁾と報告されている²⁾。ほか、播磨灘ではマダコの漁獲量の変動が低水温期の海水温とほぼ同調して変動している³⁾など、海水温に依存した資源状態を形成することが確認されている。

そこで本研究では、瀬戸内海における主要な漁業種類であるかご漁業を対象としてデータロガーの設置によるマダコ生息域の水温の計測を行い、漁獲量の変化との比較検討を行った。

事業の方法

2020年4月から2024年12月まで、豊後高田市香々地でかご漁業によるマダコ漁を営む漁業者1名の漁具に水中用温度計測データロガー(ティドビット V2, Onset社製)を設置し、漁場の水温データを収集した(図1)。

記録は、春・夏期及び冬期に行い、春・夏期は岸側(4月から7月)と沖側(4月から8月)の2地点において、冬期(11月から12月)は岸側の1地点において、1時間毎の水温を記録した。記録終了後、データロガーから水温データを抽出し、1日あたりの平均水温を算出した。

併せて、豊後高田市香々地でかご漁業によるマダコ漁を営む漁業者1名へ標本船日誌の記帳を依頼し、漁獲物情報収集及びCPUE算出を行った。また、大分県漁業協同組合香々地支店の漁獲量デ

ータにより、当該海域におけるマダコの漁獲量を求めた。



図1 データロガーの設置場所の位置(★)

※海洋状況表示システム(<https://www.msil.go.jp/>)を加工して作成

事業の結果

春・夏期のマダコ漁場の水温データのうち、岸側を図2、沖側を図3に示す。2024年の春・夏期の水温はおおよそ平年並みであり、岸側の7月の水温は平年よりやや低め、沖側の8月後半の水温はやや高めで推移した。

また、冬期の漁場の水温データを図4に示す。2024年の冬期は12月のみ計測を実施し、例年と比較して12月下旬に水温が低下する傾向が確認された。

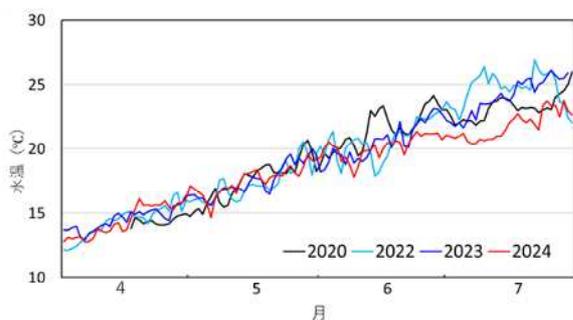


図2 2020-2024年春・夏期のマダコ漁場の水温（岸側）
※2021年は欠測のためデータなし

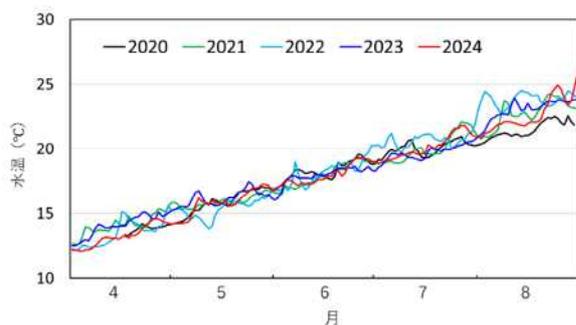


図3 2020-2024年春・夏期のマダコ漁場の水温（沖側）

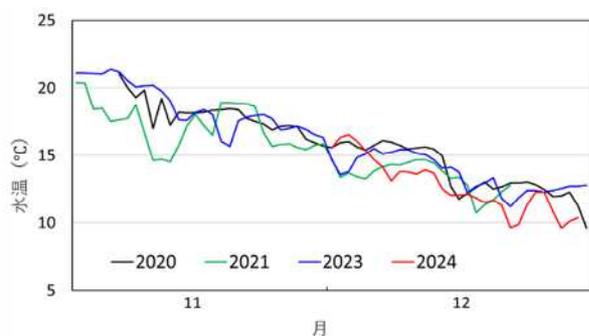


図4 2020-2024年冬期のマダコ漁場の水温
※2022年及び2024年11月は欠測のためデータなし

図5に2020年から2024年にかけての豊後高田市香々地地先におけるマダコの漁獲量の推移を示す。2024年の漁獲量は直近5年間で最も少なかった。

また、月別CPUEの年推移を図6に示す。CPUEは7月に最大となる傾向があり、50 kg/日・隻に達する年もあった。一方で冬期にはいずれの年も20 kgまで低下した。

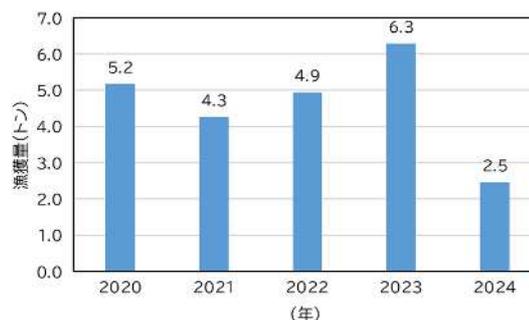


図5 豊後高田市香々地におけるマダコ漁獲量の推移

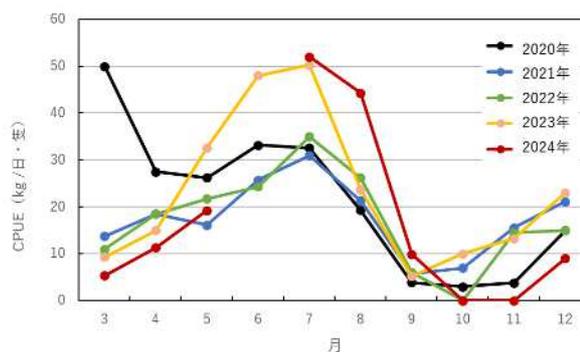


図6 豊後高田市香々地における月別CPUEの推移

今後の課題

本調査では、今年度まで5カ年にわたり測定したマダコ漁場の水温変化により、海水温と漁獲量の関係について知見を得ることを試みたが、漁具の設置時期等の関係からデータが断続的で、傾向が得にくい結果となったため、今後は連続した水温データを獲得する必要がある。

また、水温の影響以外にも、台風の襲来や有害赤潮の発生によりマダコの漁獲量が低下すること等が示されている²⁾ ため、本種の生態的知見を蓄積していくためには、各種環境データの収集が必要である。

文献

- 1) 令和5(2023)年度資源評価調査報告書(新規拡大種) . https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2024/03/trends_2023_182.pdf
- 2) 内田喜隆, 吉村栄一, 木村博. 山口県瀬戸内海域におけるマダコの生態と資源変動. 山口県水産研究センター研究報告 第3号 2005 ; 45-54.

- 3) 原田和弘, 反田貫. 播磨灘の底層水温と「たこ類」漁獲量の関係. 兵庫県立農林水産技術総合センター研究報告 水産編 第44号 2015 ; 13-18.

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

クルマエビ (国庫補助)

永田みのり・堀切保志・内海訓弘

事業の目的

本県におけるクルマエビの漁獲量は、1980年代は500トン程度であったが、1990年代後半を境に急激に減少し、近年では低迷している(図1)。これまでに本種の資源回復に向けて体長制限や禁漁期の設定に加え、人工種苗放流を継続してきたが、漁獲量の増加には至っていない。

クルマエビについては、成長に伴って移動する生態が報告されている¹⁻⁵⁾ことから、地先単位での資源管理は困難であり、系群を単位とした広域での資源管理措置を行う必要がある。本研究では、瀬戸内海における主要な漁業種類である小型機船底びき網漁業を対象に、データロガーによる漁場環境の把握とCPUEの算出を行った。

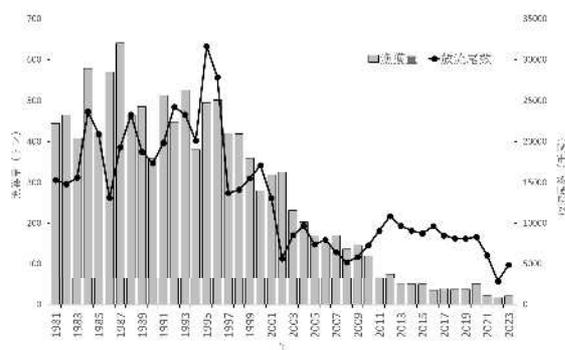


図1 大分県におけるクルマエビの漁獲量及び種苗放流尾数の推移

引用：漁獲量 農林水産省・海面漁業生産統計調査
種苗放流尾数 県水産振興課調べ

事業の方法

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 水産技術研究所(以下、水産技術研究所)との共同研究により、2024年3月28日

から4月8日、5月26日から6月6日、6月24日から7月5日、7月25日から8月5日、8月22日から9月2日、9月21日から10月2日、10月21日から11月1日、11月19日から12月2日、12月16日から12月28日、2025年1月18日から1月29日、2月16日から2月27日、3月18日から3月29日の計12回、大分県漁業協同組合宇佐支店所属の小型機船底びき網漁船1隻にインタラクティブ型ロガー(水温・水深計, Starmon TD, Star-Oddi 社製)とGPSロガー(Gipsy 5, TechnoSmArt社製)を装着し、環境及び操業データを収集した。

また、データロガー装着期間中の2024年4月17日、5月29日、6月29日、7月27日、8月24日、9月25日、10月29日、11月20日、12月12日、2025年1月18日、2月11日及び3月11日の計12回、宇佐沖で試験操業を実施した。このときに漁獲されたクルマエビの体長(mm)、頭胸甲長(mm)、体重(g)を測定し、性別を確認した。また、各試験操業におけるCPUEを算出した。

事業の結果

インタラクティブ型データロガーとGPSロガーの収集情報については、水産技術研究所で解析中である。データロガー装着期間中に実施した試験操業では、CPUEが0.08～4.94 kg/日・隻であった(図2)。

試験操業で得られた各月のクルマエビ体長組成を図3に示す。1月、2月及び3月分については、水産技術研究所で集計中である。

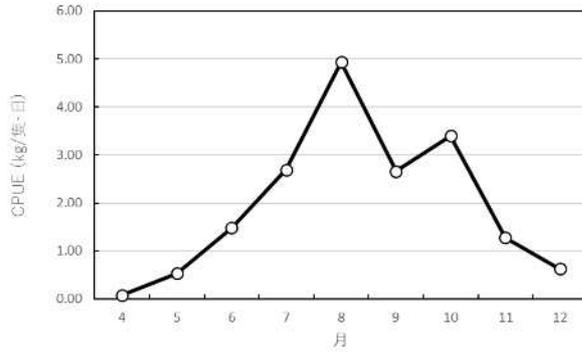


図2 2024年クルマエビ試験操業時のCPUEの推移

今後の課題

今年度の8、9月のCPUEはそれぞれ4.94kg/日・隻、2.66kg/日・隻であり、2022年度、2023年度^{7,8)}と比較して高い傾向にあった。このことから、2024年のクルマエビ資源動向は直近数年より増加傾向にあったと推定された。要因として、天然資源が増加傾向にあった可能性の他に、2024年7月中旬に中津市小祝地先にて行われたクルマエビ種苗の拠点化放流の影響があった可能性が示唆される。

今後はデータロガーで得られた水温・水深データとクルマエビの漁獲データを解析し、水温がクルマエビ資源に及ぼす影響について調査する必要がある。

文献

- 1) 倉田博. クルマエビの生活. 「さいばい業書クルマエビ栽培漁業の手引き」(クルマエビ栽培漁業の手引き検討委員会編) 日本栽培漁業協会, 東京, 1986; 1- 32.
- 2) 森川晃, 村瀬慎司. 有明海島原半島沿岸域におけるクルマエビ人工種苗の放流効果の検討. 長崎県水産試験場研究報告 2001; 27: 9- 15.
- 3) 厚地伸, 大富潤. 八代海南部におけるクルマエビの水深帯別体長組成, 分布および移動について. 水産海洋研究 2003; 67 (1) : 29- 36.
- 4) 畔地和久, 徳丸泰久. 周防灘大分県海域に馴致放流したクルマエビの放流効果. 大分県農林水産研究指導センター調査研究報告(水産) 2012 ; 2 : 13- 19.
- 5) T Sato, K Hamano, T Sugaya, S Dan. Effects of maternal influences and timing of spawning on intraspecific variations in larval qualities of the Kuruma prawn *Marsupenaeus japonicas*. Marine Biology, 2017; 164 (4) .
- 6) 農林水産省・海面漁業生産統計調査
- 7) 崎山和昭. 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 自主的資源管理体制高度化事業(クルマエビ)(水研委託). 令和3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2022; 170- 172.
- 8) 崎山和昭・堀切保志・内海訓弘. 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 (クルマエビ)(国庫補助). 令和5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2023; 182- 185.

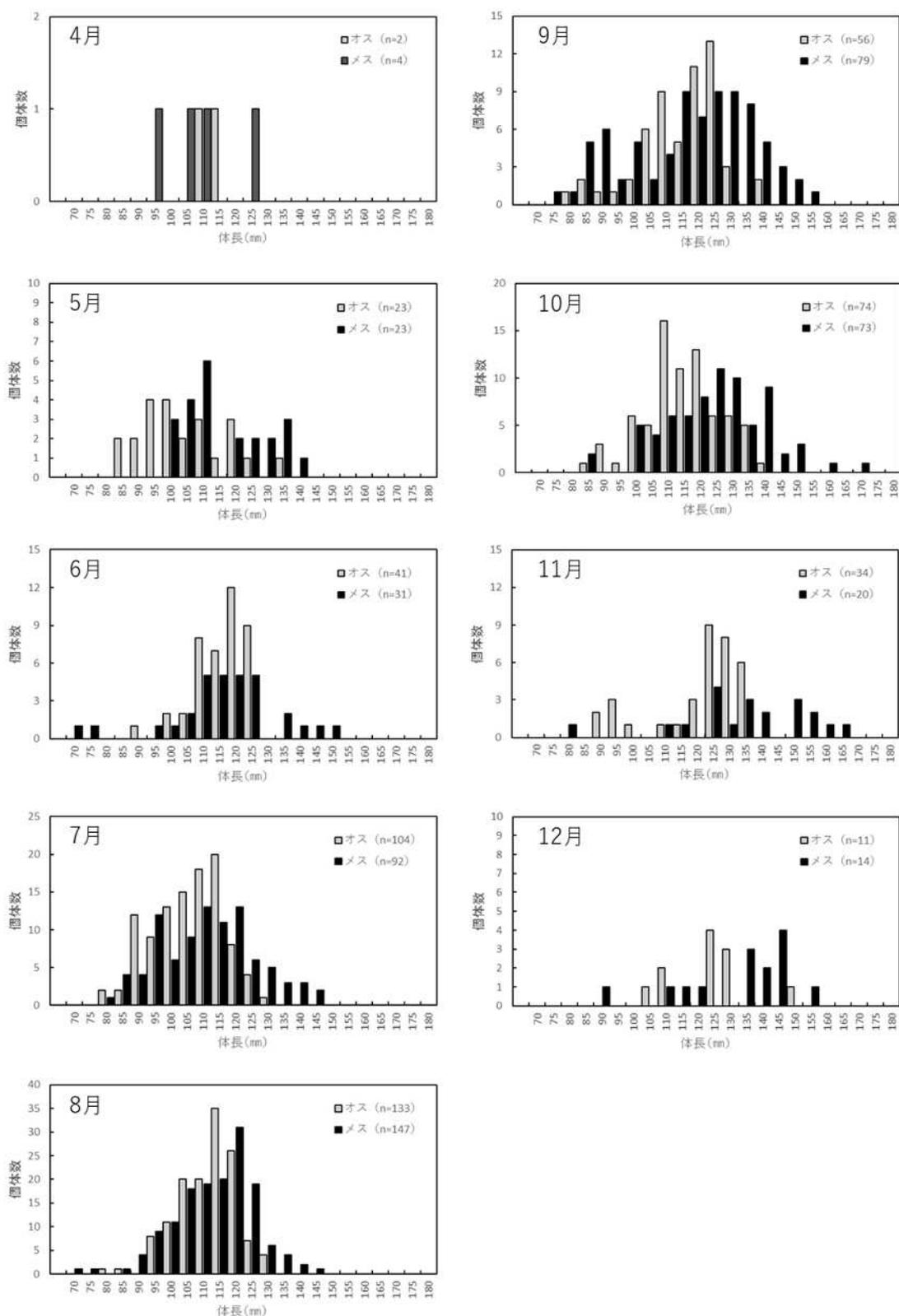


図3 試験操業により漁獲された各月のクルマエビの体長組成

地域重要魚介類の資源動向及び回復施策に関する研究－6

キジハタ (国庫補助)

永田みのり・堀切保志・内海訓弘

事業の目的

大分県では2011～2022年度に姫島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だ(表1)。また、崎山ら¹⁾は、姫島周辺海域で漁獲された天然魚と人工種苗の放流後の成長について調査し、当海域では他海域に比べて良好に成長していることを確認した。

本年度は本種における放流後の漁獲状況及び資源状況等を把握するため、姫島村における漁獲量調査及び市場調査を行った。また、雌の成熟状況から再生産状況を確認することを目的に、成熟時期に漁獲物調査を実施した。

表1 姫島におけるキジハタの標識放流情報
(2011～2022年)

放流年	腹鰭抜去	放流日	放流時全長 (mm)	放流場所	放流尾数
2011	右	11月10日	92.2	北浦	7,400
2012	左	10月22日	85	北浦	9,200
2013	右	10月3日	87.1	北浦	10,000
2014	左	10月23日	84.1	姫島港	10,000
2015	右	11月16日	71	姫島港船上魚礁区	5,000
	左	同上	同上	姫島港船上	5,000
2016	右	12月1日	83.6	姫島港魚礁区	5,000
	左	同上	同上	姫島港対照区	5,000
2017	右	11月16日	83.7	姫島港魚礁区	5,000
	左	同上	同上	姫島港対照区	5,000
2018	左	12月7日	93.7	大海港	10,000
2019	左	10月10日	84.8	大海港	1,216
2020	右	9月18日	71.1	大海港	1,760
2021	左	10月7日	85.6	西浦	3,000
2022	右	10月19日	82.4	西浦	2,973

事業の方法

1. 漁獲量調査及び市場調査

キジハタの漁獲量について県漁協姫島支店への聴き取りを行った。また、標本船日誌調査(一本釣り漁業2隻、刺網漁業2隻)から漁業種類ごとのCPUEを算出した。

市場調査は同支店荷捌き所で2024年1月から12月にかけて月4回以上の頻度で行い、水揚げされた

キジハタの全長測定(10 mm単位)及び標識魚の確認を行った。確認された標識魚の割合から次式により混入率を算出した。

$$\text{混入率(\%)} = \text{標識魚尾数} / \text{調査尾数} \times 100$$

2. 漁獲物調査

2024年7～10月に県漁協姫島支店荷捌き所において水揚げされたキジハタから、各月ごとに10尾ずつ無作為に抽出された計30尾を供試魚とした。供試魚の入手後、全長(mm)、体重(g)及び生殖腺重量(g)の測定を行い、生殖腺を肉眼で観察し雌雄判別を行った。また、次式により生殖腺指数(GSI)を算出した。

$$\text{GSI} = \text{生殖腺重量} / \text{体重} \times 100$$

事業の結果

1. 漁獲量調査及び市場調査

1994～2024年の県漁協姫島支店におけるキジハタの漁獲量の推移を図1に示す。2024年の漁獲量は2.06 tであり、前年(1.92 t)に比べて増加した。また、2011～2024年の標本船日誌調査から算出した漁業種類別のCPUE(kg/日・隻)を図2に示す。一本釣り、刺網及び全漁業種類のCPUEは、放流を開始した2011年以降は増加傾向にあり、2020年から2022年は減少傾向にあったものの、2023年以降は全ての漁業種類において増加が認められた。

図3に2024年に市場で測定したキジハタの全長組成、表3に2014年以降に市場調査で確認された標識魚の年別の混入率を示す。2024年における全長の最頻値は260-269 mmであった。また、測定した620尾から標識魚3尾が確認された(混入率0.5%)。

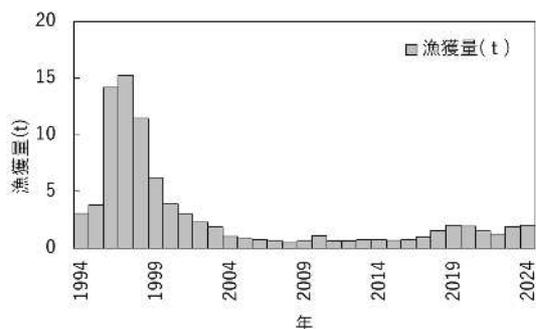


図1 県漁協姫島支店におけるキジハタの漁獲量(1994～2024年)

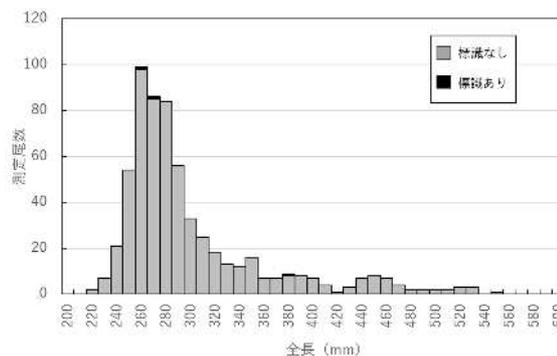


図3 2024年の市場調査における全長組成

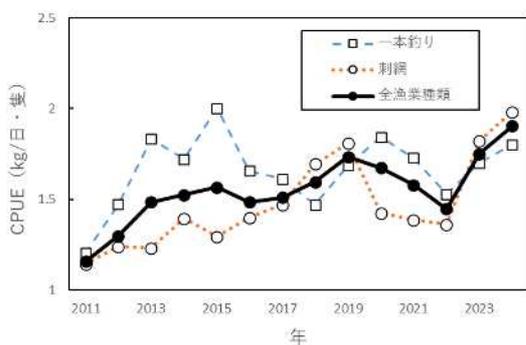


図2 県漁協姫島支店におけるキジハタのCPUE(2011～2024年)

2. 漁獲物調査

各月の標本測定結果を表2に示す。8月は今日仔魚が得られなかった。測定したキジハタは、全長が255～357 mm、体重が237.4～691.9 gであり、すべて雌個体であった。

表2 各月の標本情報(2024年)

	7月	8月	9月	10月
標本数	10	-	10	10
平均全長 (mm)	211.4	-	259	238.5
平均体重 (g)	289.8	-	499.4	387.1

次に、各月のGSIを図4に示す。成熟の指標と考えられるGSIが2以上³⁾となる個体が7～9月に出現し、10月にはほぼ見られなくなった。この傾向は、2022年及び2023年においても確認されている^{2,4)}。このことから姫島周年海域ではこの期間に産卵していると考えられた。本海域においては、1998～1999年調査時には産卵期が6～10月、産卵盛期が7月と報告されており⁵⁾、本調査結果とほぼ同時期であることが確認された。

表3 市場調査で確認された標識魚の混入率の推移

項目\調査年	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	計
標識魚尾数 (尾)	42	15	21	5	7	10	3	1	2	1	3	110
調査尾数 (尾)	126	129	165	185	346	471	295	255	230	439	620	3,261
混入率 (%)	33.3	11.6	12.7	2.7	2.0	2.1	1.0	0.4	0.9	0.2	0.5	3.4

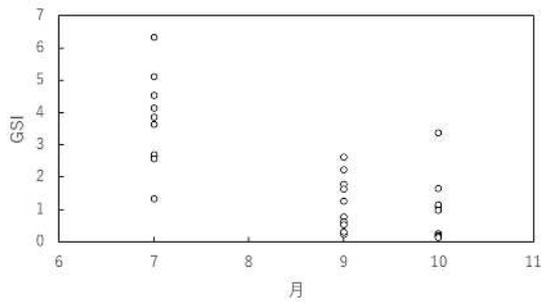


図4 漁獲物調査で測定した全個体の月別GSI
(8月はND)

今後の課題

姫島地先では2011年度から標識放流を開始した結果、2014年に放流魚の漁獲を確認したものの2015年以降の混入率は減少傾向となっている(表3)。一方で、近年の県漁協姫島支店の漁獲量及びCPUEは増加傾向にあることから(図1、図2)、天然資源の増加のみならず、放流魚の再生産等によって姫島村周辺海域のキジハタ資源量が増加していると考えられる。

また、2024年の産卵期は、過去調査時(1998～1999年)⁵⁾とほぼ同時期であることが確認された。ハタ科魚類の成熟には水温が関与していると考えられていることから⁶⁾、今後も継続的な調査が必要と考えられる。

以上のことから、漁獲状況だけでなく水温動向等の環境データにも着目し、これまでに放流してきたキジハタの回収率等を算出することで、より詳細に放流効果を検証することが重要である。

文献

- 1) 崎山和昭、和田宗一郎、濱田真悠子. 大分姫島周辺海域におけるキジハタの年齢、成熟および成長. 大分県農林水産研究指導センター研究報告(水産研究部編)第9号 2023; 9-18.
- 2) 崎山和昭. 栽培対象魚種の放流効果調査-2 キジハタ. 令和4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 2022; 185-187.
- 3) 山本昌幸・小林靖尚. 瀬戸内海中央部におけるキジハタ *Epinephelus akaara* の産卵期と肉眼的観察による性判別の信頼性. 水産増殖 2017; 65(2): 165-169.
- 4) 崎山和昭、堀切保志. 栽培対象魚種の放流効果調査-5 キジハタ(国庫補助). 令和5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 2024; 186-188.
- 5) 大分県海洋水産研究センター浅海研究所. 平成14年度資源増大技術開発事業報告書 地域型中・底層性種グループ(魚類B) キジハタ. 2003; 1-34.
- 6) 泉田大介、小林靖尚、征矢野 清. 生殖の科学. ハタ科魚類の水産研究最前線 恒星社厚生閣, 東京. 2015; 9-20.

栽培対象魚種の放流効果調査-1

マコガレイ

永田みのり

事業の目的

本県では、マコガレイの資源増大を図るため、人工種苗を放流し、その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有効な装着型の外部標識がない。そのため、マコガレイを含む異体類の特徴的な形態異常に体色異常を活用することにより、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。

これまで県下で放流された人工種苗では、1.6～47.5%の割合で体色異常魚が確認されている^{1,2)}。一方、有山³⁾は大阪湾における天然マコガレイ当歳魚の体色異常率について、有眼側白化が0.101%、両面有色が0.014%であったと報告しており、その数値は人工種苗に比べ低いことから体色異常による判別手法を採用した。

事業の方法

1. 放流種苗における体色異常率の把握

放流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マコガレイ種苗(全長30～50 mm)について、2024年6月に有眼側・無眼側における体色異常魚の出現尾数を確認し、体色異常率(体色異常魚尾数/調査尾数×100) (%)を算出した。

2. 漁獲量調査及び市場調査

漁獲量調査は、大分県漁業協同組合(以下、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2024年1月から12月にかけて月3回以上の頻度で行い、出荷されたマコガレイの全長測定(10 mm単位で測定)及び体色異常魚の確認を行った。体色異常魚の混入率につ

いては、次式により算出した。

$$\text{混入率(\%)} = \frac{\text{体色異常魚の確認尾数}}{\text{測定尾数}} \times 100$$



図1 市場調査実施位置図(宇佐、姫島、日出)

※海洋状況表示システム (<https://www.msil.go.jp/>) を加工して作成

事業の結果

1. 放流種苗における体色異常率

マコガレイ人工種苗の、2001年度から2024年度までの体色異常率の推移を表1に示す。2024年度は50尾を調査し、体色異常率は6.0%であった。

2. 漁獲量調査及び市場2.

県漁協支店別漁獲量データを表2に、市場調査における調査尾数を表3に、体色異常魚の確認尾数を表4に、体色異常魚の混入率を表5に示した。

体色異常魚は、姫島で2個体確認され、混入率は0.31%であった(表4, 5)。

図2～4に市場別の全長組成を示す。各市場における全長の最頻値は、宇佐において200-209 mm、姫島において280-289 mm、日出において250-259

mmであった。

今後の課題

本県におけるマコガレイの漁獲主体は2～6歳である⁴⁾ため、2018～2022年に放流した種苗が2024年の漁獲物に混入していると推測されるが、同時期における放流種苗の体色異常率はいずれも20%以上(表1)と高かったにもかかわらず、漁獲物への混入率は低かった(表4)。本県におけるマコガレイの漁獲量が年々減少している(大分県農林水産部水産振興課調べ)ことから、天然資源の増加によって放流魚の混入率が減少したとは考えにくい。すなわち、近年では放流した個体が資源添加されにくい環境にある可能性が高いと考えられる。

また、市場調査におけるマコガレイの全長の最頻値が2023年2)と比較して宇佐では80mm、日出では30mm低下していることから、体サイズの小型化が進行している可能性が示唆された。

今後も継続して放流場所や放流時期の生息環境を再確認し、より効果的な放流手法を検討していく必要がある。

文献

- 1) 崎山和昭. 栽培対象魚種の放流効果調査-2 マコガレイ. 令和3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 2022; 180-182.
- 2) 崎山和昭. 栽培対象魚種の放流効果調査-1 マコガレイ. 令和5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 2024; 189-191.
- 3) 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 2000; 11: 49- 52.
- 4) 永田みのり, 堀切保志, 内海訓弘. 海域戦略魚種増殖モデル構築事業. 令和6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 2025 (投稿準備中).

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	無眼側 黒化尾数	体色異常 総尾数	白化率 (%)	黒化率 (%)	体色異常率 (%)
2001	13843	824	1036	1860	6.0	7.5	13.4
2002	3015	168	143	311	5.6	4.7	10.3
2003	10086	591	108	699	5.9	1.1	6.9
2004	5781	181	88	269	3.1	1.5	4.7
2005	7387	24	105	129	0.3	1.4	1.7
2006	2216	53	47	100	2.4	2.1	4.5
2007	3527	4	52	56	0.1	1.5	1.6
2008	2011	10	171	181	0.5	8.5	9.0
2009	2162	50	163	213	2.3	7.5	9.9
2010	2159	26	222	248	1.2	10.3	11.5
2011	2041	20	27	47	1.0	1.3	2.3
2012	2062	22	236	258	1.1	11.4	12.5
2013	2089	20	249	269	1.0	11.9	12.9
2014	1967	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
2020	553	9	250	259	1.6	45.2	46.8
2021	486	14	217	231	2.9	44.7	47.5
2022	83	2	18	20	2.4	21.7	24.1
2023	30	1	0	1	3.3	0.0	3.3
2024	50	2	1	3	4.0	2.0	6.0
計	64881	2152	3990	6142	2.3	12.1	14.5

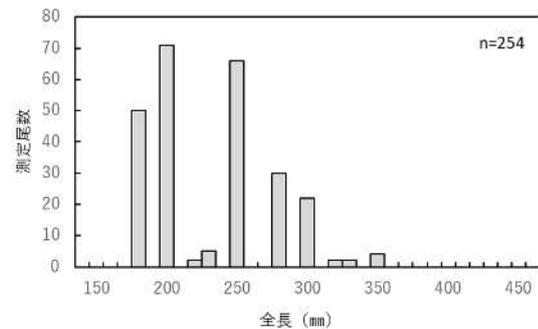


図2 2024年 宇佐市場における全長組成

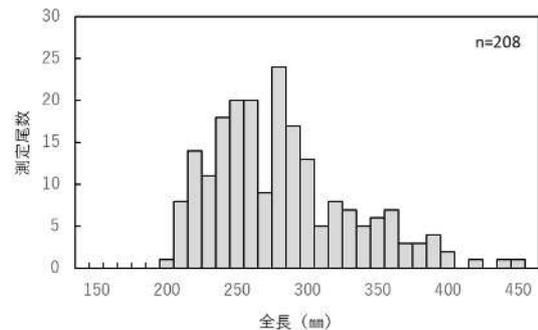


図3 2024年 姫島市場における全長組成

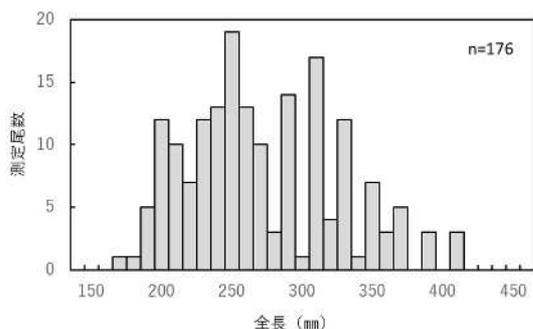


図4 2024年 日出市場における全長組成

表2 2024年 マコガレイの県漁協支店別漁獲量(kg)

県漁協支店名	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
香々地支店				4.5	10.2	1.7	1.2		0.3	2.5		4.6	25
姫島支店	2.8	6.1	32.7	64.2	74.2	34.7	9.9	23.3		0.4	2.8	4.8	255.9
国見支店				10.12	34.57	21.2	5.68					4.6	76.17
くにおき支店	0.5	1.5	3.9	31.6	86.05	44.4	118.25	8.5	2.1		4	3.6	304.4
安岐支店	8	2.5	18	19	7	6.5	1.5	2	0.5		5.5	7	77.5
武蔵支店				1	1.5	1.5				1		1.5	6.5
杵築支店					6								6
日出支店	26	12	34	118	114	59	27	3	14	10	15	11	443
臼杵支店	14.1	9.2	2.3			9.3	8.6	1.7					45.2
下入津支店			0.4			44.3	52	18.7				0.5	115.9
総計	51.4	31.3	91.3	248.42	333.52	222.6	224.13	57.2	16.9	13.9	27.8	37.1	1355.57

表3 2024年 市場調査における調査尾数(尾)

市場	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
宇佐	3	1	1	135	76	39	0	0	0	0	0	0	255
姫島	1	4	67	48	40	32	1	0	0	0	4	6	208
日出	4	0	20	49	49	34	11	0	1	4	1	3	176
計	8	5	88	232	165	105	12	0	1	4	5	9	639

表4 2024年 市場調査における体色異常魚の確認尾数(尾)

市場	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
宇佐	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
姫島	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
日出	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2

表5 2024年 市場調査における体色異常魚の混入率(%)

市場	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
宇佐	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							0.00
姫島	0.00	0.00	0.00	2.08	0.00	3.13	0.00				0.00	0.00	0.96
日出	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
計	0.00	0.00	0.00	0.43	0.00	0.95	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.31

栽培対象魚種の放流効果調査-2

クルマエビ (国庫補助)

永田みのり・堀切保志・内海訓弘

事業の目的

本県におけるクルマエビの漁獲量は、1980年代は500トン程度であったが、近年は漁獲が低迷している(図1)。これまでに本種の資源回復に向けて、体長制限や人工種苗放流を継続してきたが、漁獲量の増加には至っていない。

近年報告されているクルマエビ放流効果調査では、放流時期が早いほど回収率が高くなる結果が示されている^{1,2)}。本県においても2020年に中津市地先³⁾、2021年及び2022年に杵築市地先の放流効果調査で同様の結果が得られており^{4,5)}、クルマエビの放流効果を高めるためには、できるだけ早い時期に放流することが有効であると考えられる。本研究では、過去の調査⁶⁾で放流効果が高いと考えられている周防灘において、5月と6月にクルマエビを放流し、早期放流及び馴致放流の有効性を検討した。

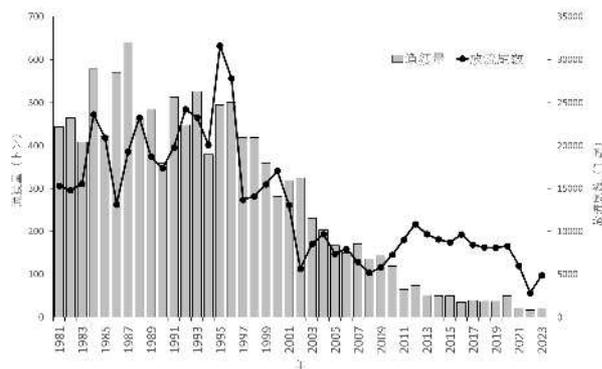


図1 大分県におけるクルマエビの漁獲量及び種苗放流尾数の推移

引用：漁獲量 農林水産省・海面漁業生産統計調査
種苗放流尾数 県水産振興課調べ

事業の方法

1. 標識放流調査

1) 放流試験 (5月)

民間の養殖会社で生産されたクルマエビ種苗(平均体長50.3mm、9,950尾)の右眼柄部へ、国立研究開発法人水産研究・教育機構が開発した外部標識トラモアタグ⁷⁾を2024年5月27日に装着した(図2左)。このとき、後述する2回目放流群と区別するため、穴開け処理(パンチング)が施されたタグを使用した(図2右下)。

同日に、放流場所である宇佐市伊呂波川河口の干潟域に輸送し、輸送水温と環境水温を合わせた後(以下同様)、直接放流した(「5月直放区」とする)。放流の詳細を表1に示す。

放流後は関係機関に周知し、標識エビの漁獲報告があった場合には、再捕場所を聴き取り、標本を購入した。その後、体長、頭胸甲長及び体重を測定するとともに、性別、雌の交尾栓保有状況を確認し、成長及び移動状況を調べた。



図2 トラモアタグ標識を装着したクルマエビ種苗(左)と穴開け処理の有無(右)

2) 2回目放流試験 (6月)

民間の養殖会社で生産されたクルマエビ種苗(平均体長69.7 mm)へ2024年6月25日及び6月26日にトラモアタグを装着した。

6月25日は右眼柄部にトラモアタグを装着し、同日宇佐市伊呂波川河口の干潟域において9,975尾を直接放流した(「6月直放区」とする)。

また、6月26日は左眼柄部にトラモアタグを装着し、同日宇佐市伊呂波川河口の干潟域に設置した被せ網内で標識エビを馴致させた。翌日に被せ網を撤去し、7,876尾を標識放流した(「6月馴致区」とする)(表1)。

放流後、5月直放区と同様に情報周知し、再捕された標本の測定を行った。

2. 放流直後の被食状況調査

放流時期ごとの被害魚による被食の影響をより詳細に把握するため、各放流試験直前の5月26日(「5月下旬区」とする)及び6月24日(「6月下旬区」とする)にクルマエビの被食状況調査を実施した。

試験には標識放流調査で使用したものと同ロットのクルマエビ種苗を各区30尾ずつ供し、テグスとピンを使用して干潟に留め置き、24時間後の被食状況を確認した。確認された被食尾数から、次式により被食率を算出した。

$$\text{被食率(\%)} = \text{被食尾数} / \text{供試尾数} \times 100$$

事業の結果

1. 標識放流調査

1) 放流試験 (5月)

5月直放区の放流場所及び再捕場所を図3、再捕状況を表2、放流時と再捕時の体長の推移を図4に示す。

同年7月12日に2尾が再捕され、再捕場所はすべて宇佐市沖であった(図3、表2)。再捕個体は2尾ともメスであり、このうち1個体では交接栓の形成が認められ、放流後の成長及び再生産への加入が確認された。

2) 2回目放流試験 (6月)

6月直放区の放流場所及び再捕場所を図5、再捕状況を表2、放流時と再捕時の体長の推移を図6に示す。

この区では、7月12日に1尾、7月13日に1尾、7月16日に1尾、7月17日に2尾、7月22日に1尾、7月27日に6尾、8月4日に2尾、8月7日に1尾、9月4日

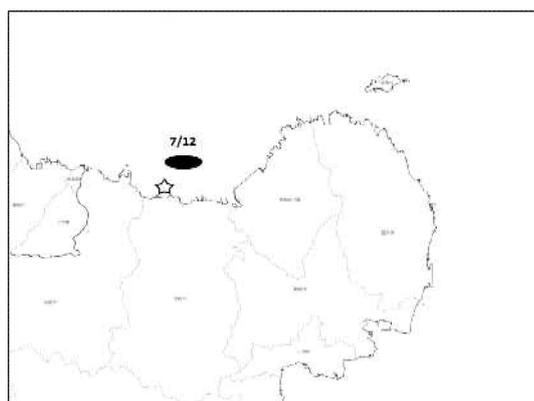


図3 5月直放区のクルマエビの放流場所(☆)及び再捕場所(●)

※海洋状況表示システム (<https://www.msil.go.jp/>) を加工して作成

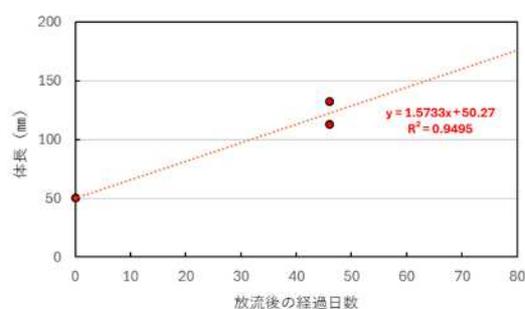


図4 5月直放区における再捕時の体長

に1尾、計16尾が再捕され、再捕場所は宇佐市沖が主であったが、姫島沖での再捕も確認された(図5、表2)。再捕個体はオス10尾、メス6尾であり、雌雄ともに成長が確認され、雌雄間で成長率に大きな差は認められなかった(図6)。また、再捕されたメス6尾のうち4尾で交接栓が確認され、再生産への加入が確認された(表2)。

また、6月馴致放流区の放流場所及び再捕場所を図7、再捕状況を表3放流時と再捕時の体長の推移を図8に示す。

この区では、7月16日に1尾、7月27日に1尾の計2尾が再捕された。再捕場所はすべて宇佐市沖で(図7)、性別はオスであった(表2)。

2. 放流直後の被食状況調査

調査した干潟での24時間後の被食尾数は、5月下旬区が8尾、6月下旬区が16尾であり、各区の被食率は、5月下旬区が26.7%、6月下旬区が53.3%であった。

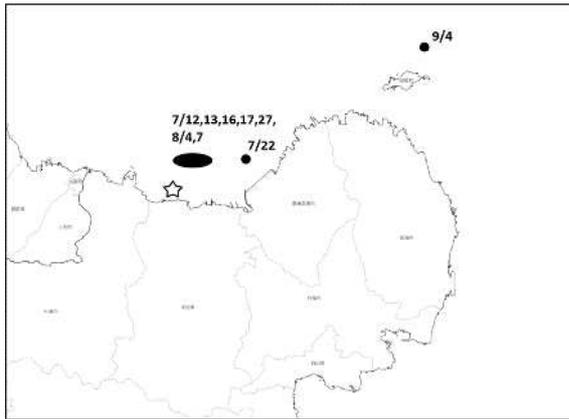


図5 6月直放区のクルマエビの放流場所(☆)及び再捕場所(●)

※海洋状況表示システム (<https://www.msil.go.jp/>) を加工して作成

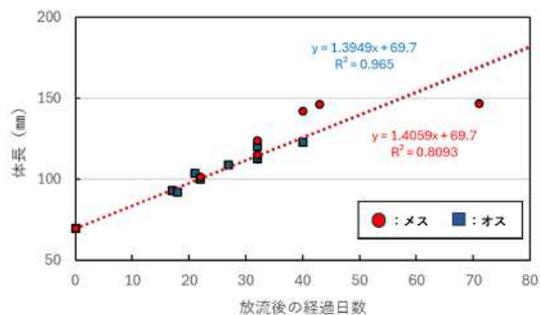


図6 6月直放区における再捕時の体長

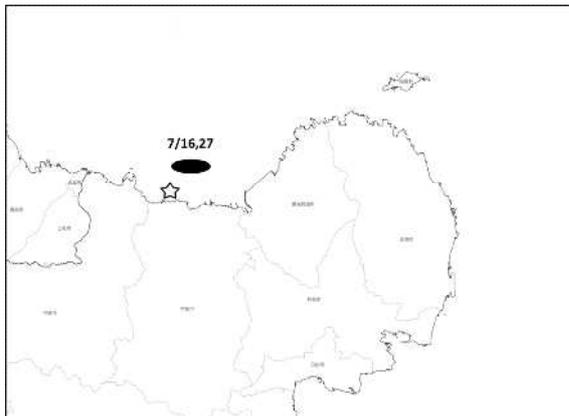


図7 6月馴致区のクルマエビの放流場所(☆)及び再捕場所(●)

※海洋状況表示システム (<https://www.msil.go.jp/>) を加工して作成

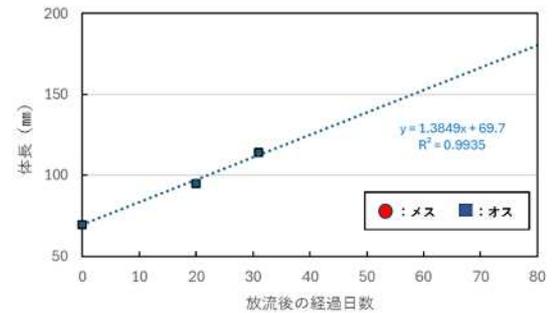


図8 6月馴致区における再捕時の体長

今後の課題

宇佐市伊呂波川河口で実施したクルマエビ種苗の標識放流の結果、5月直放区で2尾、6月直放区で16尾、6月馴致区で2尾が再捕された。

一方、標識放流調査と同時期に被食状況調査を実施した結果、6月下旬区では5月下旬区に比べて明らかに被食率が高かったことから、本県沿岸域においては早期放流を実施することで、放流直後の食害を軽減でき、クルマエビの種苗放流効果を高める可能性が示唆された。

また、2回目放流試験では馴致の有無によって再捕尾数に違いが見られた。従来、被せ網は放流直後の減耗を軽減し、種苗を自然環境に馴致するため、放流効果の増大に寄与するとされているが、今回の調査では直接放流区においてより再捕尾数が多かった。

より至適な放流条件を把握するためには、今後も馴致方法や再捕方法、標識の形状など条件を検討する必要がある。

謝辞

本調査の実施にあたり、調査計画作成ならびに種苗放流へご尽力いただいた国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術研究所の佐藤琢グループ長に深く感謝申し上げます。

文献

1) 佃 政則, 大隈 斉, 菅谷琢磨. 佐賀県有明海海域におけるDNAマーカーを用いたクルマエビ種苗の放流効果. 佐賀県有明水産振興センター研究報告2013; 26: 49- 55.

- 2)a 山本昌幸, 野口大毅, 小畑泰弘, 菅谷琢磨, 高木基裕. 瀬戸内海東部海域におけるDNAマーカーによるクルマエビの放流効果推定. 水産増殖, 2014 ; 62(4) : 393- 405.
- 3) 崎山和昭, 森本遼平, 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－4 資源・漁獲情報ネットワーク構築委託事業(水研委託). 令和2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 2021 ; 107-112.
- 4) 崎山和昭. 栽培対象魚種の放流効果調査－5 (クルマエビ). 令和3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 2022 ; 188-

- 189.
- 5) 崎山和昭, 堀切保志, 内海訓弘. 栽培対象魚種の放流効果調査－4 クルマエビ(国庫補助). 令和4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 2023 ; 190-192.
- 6) 畔地和久, 徳丸泰久. 周防灘大分県海域に馴致放流したクルマエビの放流効果. 大分県農林水産研究指導センター研究報告(水産研究部編) 2012 ; 2 : 13-19.
- 7) T Sato, T Sugaya, H Yoshikawa. Novel method of tagging the kuruma prawn *Penaeus japonicus* with a transmolting retentive external eye (TRAMORE) tag. Fisheries Reseach, 2020;225:105482.

表1 クルマエビ標識放流の状況

区名	標識装着日	放流日	放流場所	放流手法	放流尾数(尾)	平均体長(mm)	標識方法	備考
5月直放区	2024/5/27	2024/5/27	宇佐	直接放流	9,950	50.3	トラモアタグ(右眼柄部、穴有)	
6月直放区	2024/6/25	2024/6/25	宇佐	直接放流	9,975	69.7	トラモアタグ(右眼柄部、穴無)	
6月馴致区	2024/6/26	2024/6/27	宇佐	被せ網による馴致	7,876	69.7	トラモアタグ(左眼柄部、穴無)	2024/6/26被せ網収容

表2 標識放流調査におけるクルマエビの再捕状況(2025年3月31日時点)

区名	再捕日	放流後日数	再捕場所	再捕時の体長(mm)	性別	交接栓	備考
5月直放区	2024/7/12	46	宇佐沖	113.0	メス	無	
			宇佐沖	132.3	メス	有	
	2024/7/12	17	宇佐沖	92.8	オス	-	
	2024/7/13	18	宇佐沖	91.7	オス	-	
	2024/7/16	21	宇佐沖	103.8	オス	-	
	2024/7/17	22	宇佐沖	99.8	オス	-	
			宇佐沖	101.4	メス	無	
2024/7/22	27	宇佐沖	109.0	オス	-		
6月直放区	2024/7/27	32	宇佐沖	120.0	オス	-	
			宇佐沖	112.7	オス	-	
			宇佐沖	113.2	オス	-	
			宇佐沖	112.8	オス	-	
			宇佐沖	123.6	メス	有	
			宇佐沖	114.9	メス	無	
	2024/8/4	40	宇佐沖	122.8	オス	-	
			宇佐沖	141.7	メス	有	
2024/8/7	43	宇佐沖	146.1	メス	有		
2024/9/4	71	姫島沖	146.6	メス	有		
6月馴致区	2024/7/16	21	宇佐沖	95.2	オス	-	
	2024/7/27	32	宇佐沖	114.1	オス	-	

養殖・種苗生産に関する技術指導-1

養殖用アサリ種苗生産及び中間育成

徳光 俊二

目的

アサリの種苗生産及び中間育成技術の普及を目的として、兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センターによる養殖用アサリ種苗生産・中間育成マニュアル¹⁾に準じて生産手法の検証を行った。

なお、今年度行われた全国豊かな海づくり大会において母貝団地造成を行うアサリの生産を併せて行った。

方法

2024年5月7日に杵築市納屋の袋網で養成されたアサリを親貝として採集した。このアサリは2020年に大野式採苗により採取されたものである。5月8日に採卵を試みたが産卵は行われず、5月10日に受精卵を得た。また、10月23日及び11月20日に宇佐市長洲地先に設置した袋網から同様に親貝として採集した。これは2023年8月に沖出しした2022年秋生産種苗由来のアサリである。10月24日及び11月21日にそれぞれ採卵を試み、受精卵を得た。

採卵はアサリ100個程度を約1時間陰干しし、100L水槽に常温海水を注水し收容した。その後、7℃水温を上昇させ、雄アサリから切り出した軟体部を切り刻み、濾過した懸濁液を添加した。1時間経過しても産卵しない場合はこれをもう一度繰り返した。得られた受精卵は、洗卵後に500L水槽に1000万粒になるよう收容し、孵化槽とした。採卵翌日にベリジャー幼生への変態・幼殻完成を確認した後、40 µmの收容ネットと105 µmのゴミ取りネットを用いて孵化槽から幼生を回収し、500L水槽へ200万個体を目安に收容した。

給餌は市販の*C.calcitrans*と自家培養した*P.lutheri*を3:1混合して与え、給餌量は成長と残餌状況を観察して1日1回5,000~20,000細胞/mLの濃度とした。また、水槽替えは2日に1回行い、サイフ

オンでネットに回収した幼生を水道水で洗浄し、飼育水は兼松ら²⁾に基づいて15日齢までに60%海水になるよう徐々に塩分濃度を低下させた。

浮遊幼生の9割以上が殻長220 µmを超えフルグロウン幼生になったことを確認した後、飼育水を40%海水に調整しダウンウェリング容器(内径373 mm、高さ300 mm)1個あたり50万個体を目安に收容した。500 L水槽内にこれを3-4個設置し、エアリフトにより飼育水を循環した。給餌は*C.calcitrans*と*P.lutheri*を1:1混合して与え、給餌量は40,000細胞/mLを目安に給餌した。なお、稚貝及びダウンウェリング容器は毎日水道水にて洗浄を行い、3日に1回水槽替えを行った。

殻長が0.5 mmを超えたことを確認後、0.35 mmの收容ネットで選別し、兵庫県による野菜カゴを用いて中間育成を行った。下面のネットは200 µm、0.86 mm、2 mmの3種類、上面のネットは0.86 mm、2 mmの2種類を用いた。カゴは長洲漁港内に垂下し、週1回、冬は2週に1回水道水による洗浄と食害生物の除去を行い、4週毎、冬は8週毎にカゴとネットを交換、選別を行った。選別は2mm、4mm、6mm目合いのネットで行い、それぞれ大、中、小とした。1カゴあたりの收容数は大5000個体、中20,000個体、小50,000個体を目安としたが、2024年5~8月に小は100,000個体を收容した。

また、2023年生産アサリの垂下カゴによる中間育成も引き続き行った。

なお、垂下カゴに水温ロガー(onset社,TidbiT)を設置し、1時間ごとに水温を測定した。

結果

採卵から殻長0.5mmまでの種苗生産結果を表1に示した。1Rは500 L水槽4基に812万個体を收容した。着底までは生残率65.9%であり、最終的な生残率は49.6%で402.9万個体を生産した(以下、春生産という)。

2Rは同様に753万個体を収容した。11月8日にブルグロウン幼生になり着底飼育を始めたが、着底と同時に原虫類の発生により大半が死亡した。このため、3Rの生産を開始し同様に904.0万個体を収容した。3Rにおいても着底時に同様の原虫類の発生があったが、被害の比較的軽度であった2水槽で140.0万個体が着底し、最終的に67.2万個体を生産し、生残率は7.4%であった(以下、秋生産という)。

表1 アサリの種苗生産結

採卵日	収容した正常D型 幼生数(万個体)	着底幼生数 (万個体)	終了時稚貝数 (万個体)	生残率(%)
1R 5/8	812.0	535.0	402.9	49.6
2R 10/24	753.0	0.0	0.0	0.0
3R 11/21	904.0	140.0	67.2	7.4
	2469.0	675.0	470.1	19.0

春生産した種苗は養殖試験を行っている杵築、中津、国東、臼杵、蒲江へ普及員を通じてそれぞれ69.0万個体、46.0万個体、23.0万個体、24.6万個体、36.9万個体、また、上浦の水産研究部に61.5万個体を中間育成試験用種苗として提供した。また、中間育成試験として6月14日及び6月25日にそれぞれに12.4万個体、40.0万個体を長洲漁港内にカゴに収容し垂下した。なお、受け入れの無かった73.4万個体は長洲地先にそのまま放流する形で廃棄した。

秋生産した種苗は12月23日及び2025年1月13日に長洲漁港内にそれぞれ9.3万個体及び57.8万個体をカゴに垂下した。この時の殻長は0.78 ± 0.12mm及び1.15 ± 0.36mmであった。その後、3月29日に測定し、平均殻長1.39 ± 0.27mmであった。なお、4月以降に杵築に40.0万個体を提供予定である。

図1に春生産のアサリの成長を示す。8月29日の台風10号により漁港内の泥が巻き上がり、垂下カゴ内に堆積・埋没した稚貝が死亡した。特に2mm程度の小型個体の被害が多かった。9月2日981個体、9月30日に2,695個体、10月30日に6,964個体、11月27日に8,584個体、2025年1月21日に9,500個体、3月14日に13,933個体、計42,001個体を養殖試験用に沖出しした。残り127,006個体となり生残率は31.3%であった。

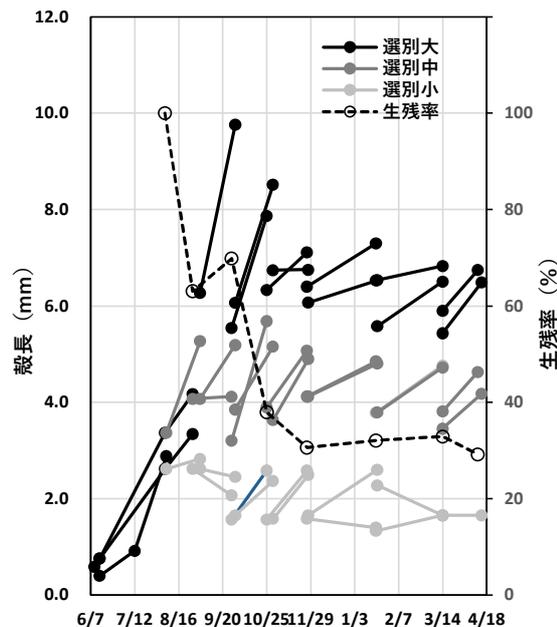


図1 2024春生産アサリ種苗の成長と生残率

また、2023年秋生産分の成長及び生残率を図2に示す。5月22日、6月18日、7月2日、7月30日、8月27日、9月24日、10月28日、11月25日、2025年1月20日、3月12日に選別・分養を行い、それぞれ1,645個体、412個体、5,259個体、6,879個体、6,273個体、6,363個体、12,608個体、5,280個体、4,109個体、3,412個体、計71,216個体のアサリを養殖試験に用い、14,429個体は継続して中間育成を行っている。また、5月22日に垂下した野菜カゴの大群4,547個体は垂下カゴごと流失した。中間育成初期に小型個体において死亡が多く、最終的な生残率は48.2%であった。なお、10月28日の12,608個は全国豊かな海づくり大会の母貝団地造成に用いた。

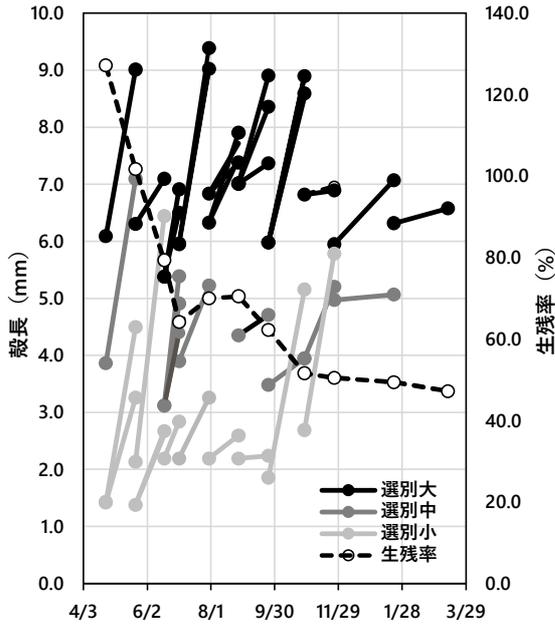


図2 2023秋生産アサリの成長と生残率

図3に長洲漁港内の水温の推移を示す。7月28日から8月19日まで23日間連続で平均水温は30℃を上回った。最高水温は8月4日16:00に34.8℃を示し、最低水温は降雪のあった2月6日11:00に3.7℃を示した。これら水温変化に伴うアサリの死亡は認められなかった。



図3 長洲漁港内水温の推移 (2024.4~2025.3)

図4にアサリの日間成長率を示した。アサリの成長は垂下する場所や収容密度によって差があることが考えられるが、平均日間成長率では春に最も高く、夏にはやや低下し、秋はやや高めに推移した。冬場は低く停滞しほとんど成長しなかった。

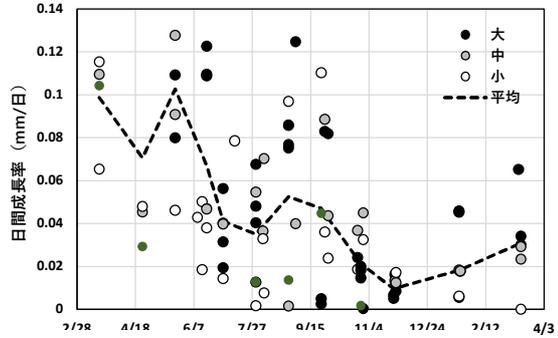


図4 アサリの日間成長率

考察

種苗生産では2R、3Rに原虫類の発生があり生残率が低下した。使用した海水は塩素消毒をおこなっており、洗浄や希釈は水道水を使用したため、これら原虫類は自家培養した*P.lutheri*から侵入した可能性が高いと考えられた。今後、現場普及を行うにあたり*P.lutheri*の培養を行わずに市販されている生物餌料*C.calcitrans*及び*C.gracillis*にのみよるアサリ種苗の安定した生産を検討したい。

野菜カゴによる中間育成では開始初期に死亡率が高く、詳しく見ると0.5~2mmでの死亡率が高いことが分かった。これはヒラムシや巻貝の侵入による食害、台風などの風波による泥のカゴ内へ堆積による埋没が原因と考えられた。これらは成長とともに被害が軽減されることから、これら小さいサイズの時のネットの目合いやカゴの構造、密度、手入れ間隔などの再検討が必要と考えられた。

文献

- 1) 兵庫県立農林水産技術総合センター. 養殖用アサリ種苗生産・中間育成マニュアル. 2022 ; 1-8.
- 2) 兼松正衛・藤波祐一郎. アサリ種苗生産簡易マニュアル. 2017 ; 1-9.

養殖・種苗生産に関する技術指導-2 アサリ養殖試験

徳光俊二

目的

豊前海におけるアサリ養殖手法を確立するため、野副ら(2019)¹⁾を参考に袋網によるアサリ試験養殖を検証した。

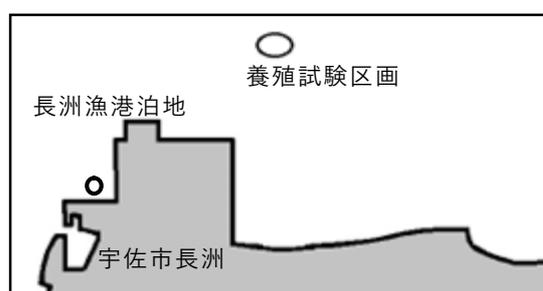


図1宇佐市長洲地先のアサリ養殖試験位置図

方法

1. 成長試験

2024年5月22日に中間育成した2023年秋生産アサリを袋網に收容して宇佐市長洲地先(DL+0.5 m)に設置した(図1)。袋網は2mm目合いのポリエチレン製ラッセル網袋(50×70 cm)を用い、袋網には基質を安定させるため9.0mmのふるいで大きいものを除いた砂利4 kgと、6.0mmのふるいで礫やツメタガイなどを除いた現地の砂を5Lバケツに1杯分とともにアサリ稚貝411個を袋網に封入した。設置時のアサリ殻長は9.08±1.51 mmであった。サンプリングは9月20日には9.0mmのふるい、12月4日及び2025年3月30日には13.2mmのふるいを用いてアサリを回収した。

2. 初期密度試験

8月29日に殻長8.76±0.90mmのアサリをそれぞれ200個体、400個体、600個体を封入し同様に袋網を設置した。2025年3月31日に9mm目合いのふるいでアサリを回収した。

3. 身入り改善試験

2024年11月5日に産卵誘発を行い排卵させたア

サリ100個体を11月6日に長洲漁港泊地に垂下した。垂下カゴはアコヤガイの抑制カゴを用い、下部及び側面を0.86mmのネットで覆い、珪砂4号を5 kg入れた。この抑制カゴを4mm目合いのポリエチレン製ラッセル網袋(80×80 cm)で覆い、この中にアサリを收容した。サンプリングは1週間毎に6個体を回収し、肥満度CF、群成熟度²⁾を調べた。

$$CF = \frac{SBWW}{SL \times SH \times SB} \times 10^5$$

なお、温度ロガー(Onset.TidbiT.v2)を長洲地先に設置したが、電池不足からデータが回収出来なかった。

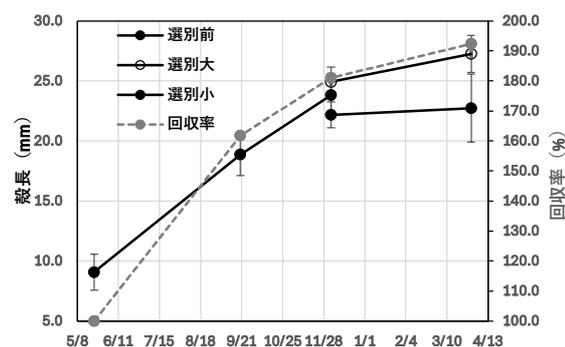


図2 アサリの成長及び回収

結果

1. 成長試験

図2にアサリの成長及び回収率を示した。9月20日に665個体が回収され殻長18.86±1.74mmであった。これらは三分割し222個ずつを同様に袋網に封入した。12月4日にはこれら3袋から758個体が回収され殻長23.82±1.79mmであった。これらを16mmのふるいを用いて選別し、殻長24.92±1.23 mmの大201個体、殻長22.18±1.07 mmの小186個体ずつ3袋を袋網に封入した。3月30日には大191個体、小604個体が回収され、それぞれ殻長27.26±1.55mm、殻長22.73±2.84mmであった。

考察

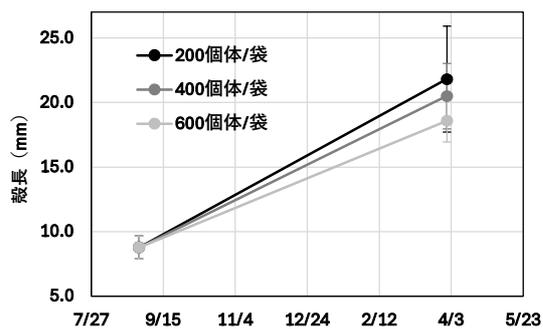


図3 アサリの初期密度による成長

2. 初期密度試験

図3にアサリの初期密度の違いによる成長差を示した。200個体を入れた袋は154個体が回収され、殻長は 21.81 ± 4.11 mm、400個体を入れた袋は202個体が回収され、殻長は 20.49 ± 2.54 mm、600個体を入れた袋は250個体が回収され、殻長は 18.58 ± 1.64 mmであった。

200個体入りのアサリの殻長は400個体入り及び600個体入りに比べて大きく (u-test:vs.400:p<0.05, vs.600:p<0.001)、400個体入りは600個体入りに比べて大きかった (u-test:vs.600:p<0.001)。

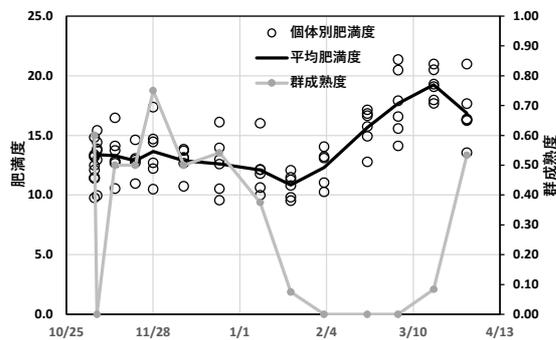


図4 アサリの肥満度と群成熟度の推移

3. 身入り改善試験

図4にアサリの肥満度と群成熟度の推移を示した。アサリの肥満度は11月6日に13.4を示したがその後低下し、1月21日に10.8と最低を示した。その後増加し3月18日には19.2となった。群成熟度は11月6日の産卵直後は0.00を示したが、1週間後の11月13日には0.50と産卵可能な個体が増加し11月28日には0.75にまで上昇した。その後12月24日まで0.50前後で推移したが、1月9日には0.38、1月21日には0.08と低下し、その後は生殖腺がほぼ観察されない状況となった。3月18日になると0.08と成熟が進み始め、3月31日には0.53と産卵可能な個体が増加した。

2mm目合いのラッセル網袋を用いて封入するアサリを8mmとしたことにより、カニ類や巻貝類、ヒラムシなどのアサリを食害する生物から保護されたと考えられ、サンプリングの際に袋内の死貝殻は数個程度しか見られなかった。また、袋内には天然稚貝が多く加入することから、ふるいを用いて回収されたアサリは193.4%と選別分養した小サイズ群のアサリは天然加入したアサリが主体を占めていると考えられた。大サイズ群は冬を跨いだ313日間で最大33.17mm、平均27.26mmに成長した。しかし、9月20日の665個が回収された時点での袋内はかなり過密であり成長遅滞があった可能性が考えられた。

アサリ稚貝の初期投入密度を変えた試験では200個体/袋区の成長が早く、200個体以下が良いと思われた。ふるいで回収されなかったアサリを考慮すると成長差はさらに大きいものと考えられる。しかし、初期投入密度を調整しても袋内の飼育密度は天然稚貝の加入によって過密になることが予測される、成長遅滞や圧死を引き起こすことが考えられるため、適時サンプリングを行い間引きする必要がある。

また、アサリは秋の産卵期以降に身入りが悪い傾向があることから、垂下カゴに收容し漁港内に垂下したが、11月以降にも産卵は継続したと考えられ群成熟度は高く、肥満度は低く推移した。成熟度の低下した2月以降は肥満度が増加し3月18日に肥満度が19.2と身入りが改善できた。近年は秋以降に高水温が継続し、産卵が12月まで行われることから、一時的に成熟を抑制する方法を考えていきたい。

文献

- 1) 野副 滉・大形拓路・俵積田貴彦・恵崎 撰・黒川皓平. 2019 福岡県豊前海における袋網を用いたアサリの育成：福岡水海技セ研報29.9-15
- 2) 安田治三郎・浜井生三・堀田秀之. 1945 アサリの産卵期について：日水誌20.277-279

養殖・種苗生産に関する技術指導-3

母貝としてのアサリ稚貝の有効利用(中津市・宇佐市)

高橋杜明・内海訓弘

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ため、当研究部で開発したアサリ稚貝回収装置(6 mm×6 mm 目合いのプラスチック製シートと、1 mm×1 mm 目合いのポリエチレン製メッシュの縁辺を縫い合わせて作成した袋状の二重網であり、以後「二重網」という。)を用いた効率的なアサリ稚貝回収手法の検証、及び設置時期の把握を目的に現地試験を実施した。

事業の方法

二重網内へのアサリの加入状況及びその後の網内のアサリの成長を把握するため、以下の調査を実施した。

1. アサリ稚貝加入時期の把握

2024年5～6月の期間に、中津市小祝地先及び高洲地先、宇佐市長洲地先の各漁場において、0.5 m×0.5 mサイズの小型二重網を、縦4列、横4列となるように計16枚、約10 cm間隔で設置した(写真1)。また、試験開始時のアサリ生息密度を把握するため、二重網設置前に、20 cm×20 cm コドラート枠で1試験区あたり2か所底質を採取し、2 mm 目合いのザルでふるった後にアサリを選別し、殻長や重量等を測定した。



写真1 設置した小型二重網
二重網内へのアサリの加入状況を把握するため

に、2か月に1回、二重網内に集積した底質を全量採取した。さらに、対照区として、設置地点から東西南北のそれぞれの方向に1 m離れた各1地点(計4地点)で、20 cm×20 cm コドラート枠で底質を採取した。二重網内及び対照区から採取した底質は、2 mm 目合いのザルでふるった後にアサリを選別し、殻長や重量等を測定した。底質を採取した後の二重網は同じ地点に再度設置した。

2. 二重網内に加入、定着したアサリ稚貝の成長

2022年10月に小祝の2地点、2023年5月に高洲及び長洲の各1地点に設置した計4枚の1.2 m×5 mサイズの大型二重網内へのアサリ稚貝の加入状況と、定着したアサリの成長及び生残を把握するために、1～3か月に1回、二重網内の底質を20 cm×20 cm コドラート枠で2回採取した。さらに、対照区として、設置地点から1 m離れた2地点で、20 cm×20 cm コドラート枠で底質を採取した。二重網内及び対照区から採取した底質は、2 mm 目合いのザルでふるった後にアサリを選別し、殻長や重量等を測定した。また、二重網内の温度環境を把握するために、長洲の大型二重網内に水温ロガー(Onset. TidbiTv2)を設置し、1時間ごとの地表水温または気温を測定した。

なお、本報告における小祝①、小祝②、高洲の各大型二重網は、令和5年度事業報告における、小祝試験区①、小祝試験区②、高洲試験区②とそれぞれ同じ二重網である。

事業の結果

1. アサリ稚貝加入時期の把握

各地先に設置した小型二重網及び対照区のアサリ生息密度の推移を以下に記す。

- ① 小祝：試験開始時のアサリ生息密度は1,200 個/m²であり、設置後は、二重網内は5～220 個/m²、対照区はND(検出限界12 個/m²以下)～742

個/m² で推移した。二重網へのアサリ稚貝の加入量は、対照区のアサリ生息密度の推移と同調して増減し、7月調査時に最も多かった。

② 高洲：試験開始時のアサリ生息密度は 745 個/m² であり、設置後は、二重網内は 15~206 個/m²、対照区では 13 個/m²~75 個/m² で推移した。対照区のアサリ生息密度は 5月調査時に最も多かったが、二重網内のアサリ生息密度は 11月調査時に最も多かった。

③ 長洲：試験開始時のアサリ生息密度は 10,100 個/m² であり、設置後は、二重網内は 3~2,600 個/m²、対照区では ND~5,838 個/m² で推移した。二重網へのアサリ稚貝の加入量は、対照区のアサリ生息密度の推移と同調して増減し、7月調査時に最も多かった。

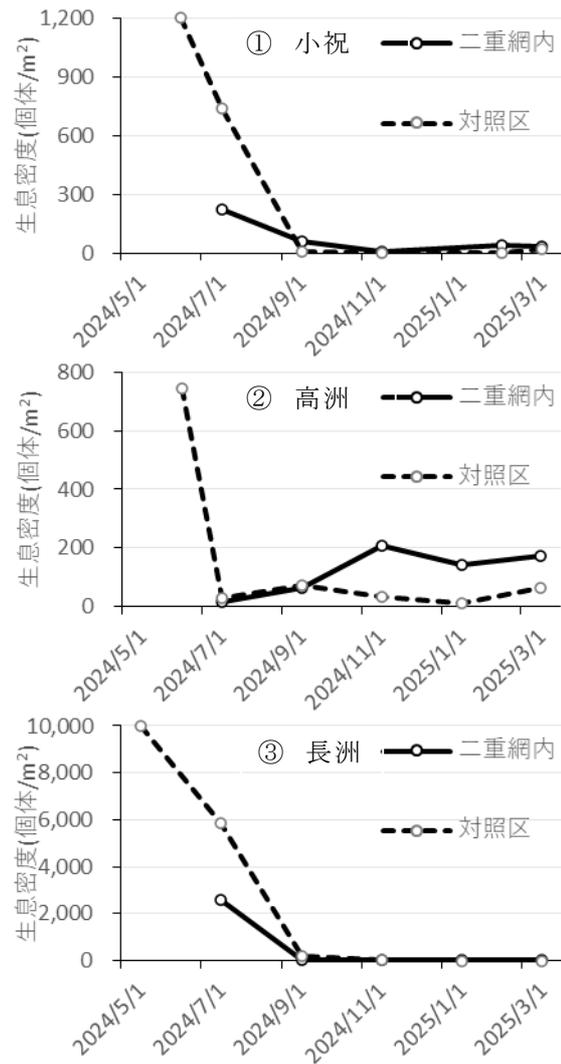


図1 各地先の小型二重網内アサリ生息密度の推移

2. 二重網内に加入、定着したアサリ稚貝の成長

各地先に設置した大型二重網内及び対照区におけるアサリ生息密度、殻長分布の推移を以下に記す。

① 小祝①(図 2)：アサリ生息密度は、二重網内は ND~263 個/m²、対照区は検出されなかった。2024 年 6 月には殻長 18~34 mm のアサリが多数採取されたが、同年 9 月には殻長 26~35 mm のアサリがわずかに採取されたのみであった。アサリ生息密度が低下した原因として、9 月調査時には二重網が膨張するほどに砂が充満しており、この状態が続いたことにより、アサリの殻の開閉等が妨げられて圧死したことが推察された。

② 小祝②(図 3)：アサリ生息密度は、二重網内は 338~738 個/m²、対照区は ND~250 個/m²で推移した。6 月から 9 月にかけて、小祝①では二重網内のアサリが大きく減少したが、小祝②では、二重網内のアサリ生息密度は維持されていた。小祝②は小祝①よりも 500 m 程度沖側の地点を試験区としており、干出する頻度が比較的少なかったと予想された。このため、後述の長洲の事例で取り上げた高い地表温による影響が小祝②では低減され、二重網内のアサリが生残したと推察された。

③ 高洲(図 4)：アサリ生息密度は、二重網内は 525~950 個/m²、対照区は ND~125 個/m²で推移した。二重網内のアサリ生息密度について、前年度の 2023 年 3 月は 3,100 個/m²であったが、同年 5 月には 950 個/m²まで減少していた。5 月調査時には、二重網上にホトトギスマットの堆積とアオサの生育が確認されており、これにより二重網の目合いがふさがれ、二重網内のアサリの生育に不適な環境となったためにアサリ生息密度が減少したと推察された。

④ 長洲(図 5)：アサリ生息密度は、二重網内は 388~4,938 個/m²、対照区は ND~2,913 個/m²で推移した。2024 年 6 月から 7 月にかけて、大型二重網内及び対照区に、殻長 15 mm 未満のアサリ稚貝が多数加入したことが確認された。しかし、これらの加入群と考えられるアサリ生息密度は、7 月から 12 月にかけて減少し続けた。二重網内に設置した水温ロガーによる測定結果を図 6 に示す。二重網内の地表温度は、7 月上旬から 9 月中旬にかけて、日中の干出時に 35℃以上が記録される日が確認された。特に、8 月 3 日には、2~3 時間にわたって 40℃以上が記録されていた。また、7 月 29 日から 8 月 18

日の期間中は、8 月 11 日午前 7 時頃を除いて常に 30℃以上が記録されており、高温環境が継続していたことが確認された。石田ら(2005)¹⁾では、平均殻長 10~15 mm のアサリ稚貝に対する空中露出試験により、35℃から 40℃の間に小型稚貝の温度限界の閾値があること、また、露出温度 40℃においては、露出時間が短くても潜砂能力や生残に影響があることが述べられており、長洲におけるアサリ稚貝の減耗は、地表近くのアサリが高温環境にさらされたことが一因となったと考えられた。今後は、夏季のアサリの生残率を高めるために、高温対策として有効な管理手法を検討することが課題である。

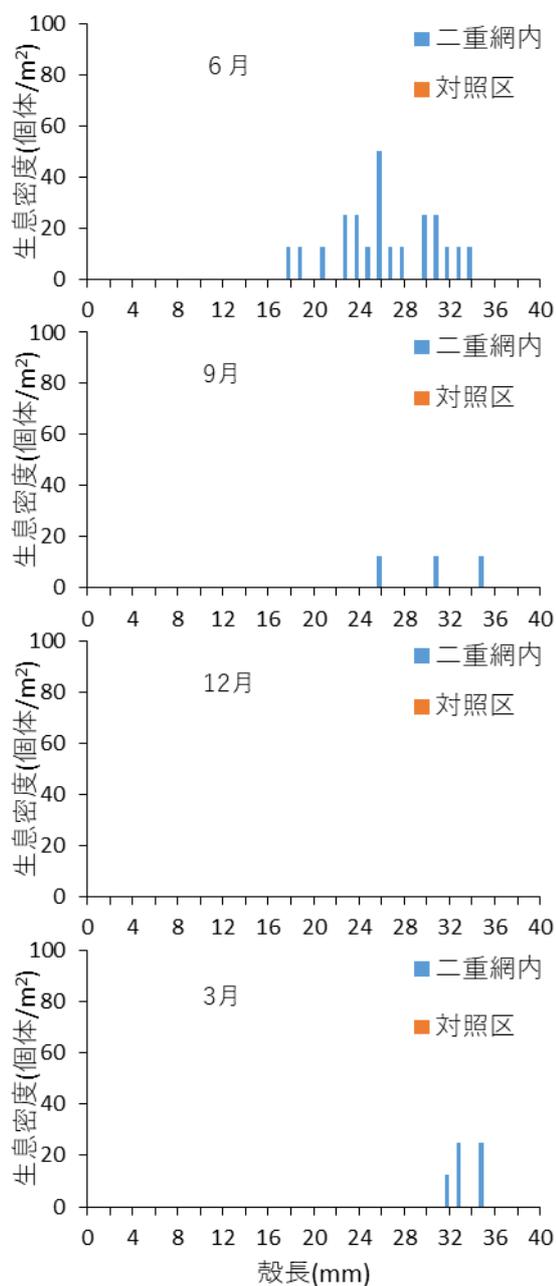


図 2 小祝①の大型二重網内アサリ殻長組成

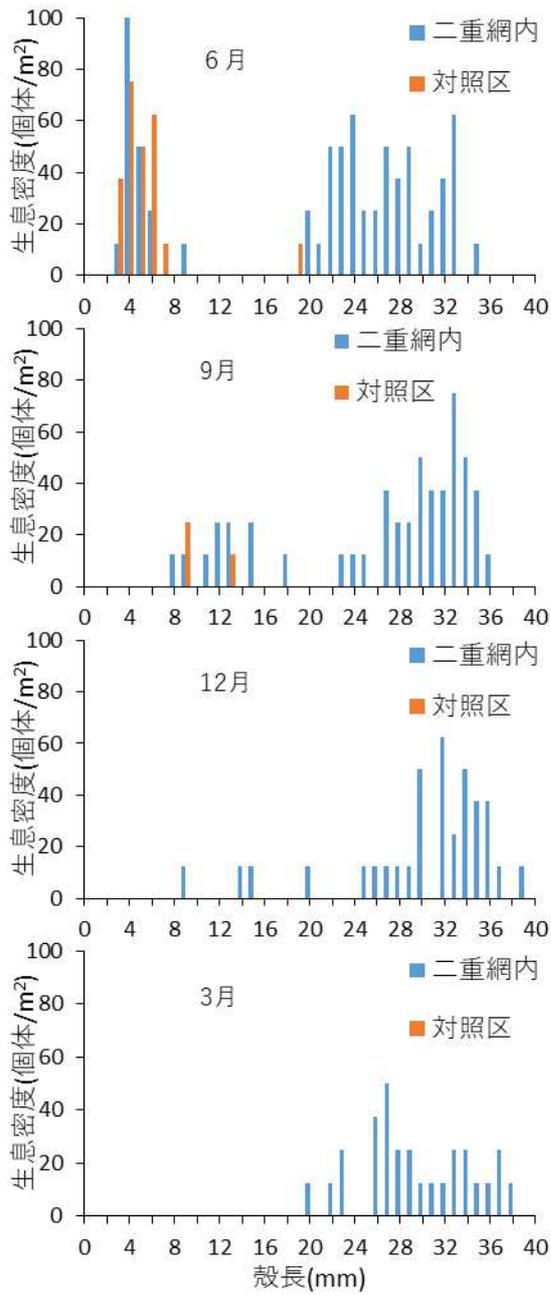


図3 小祝②の大型二重網内アサリ殻長組成

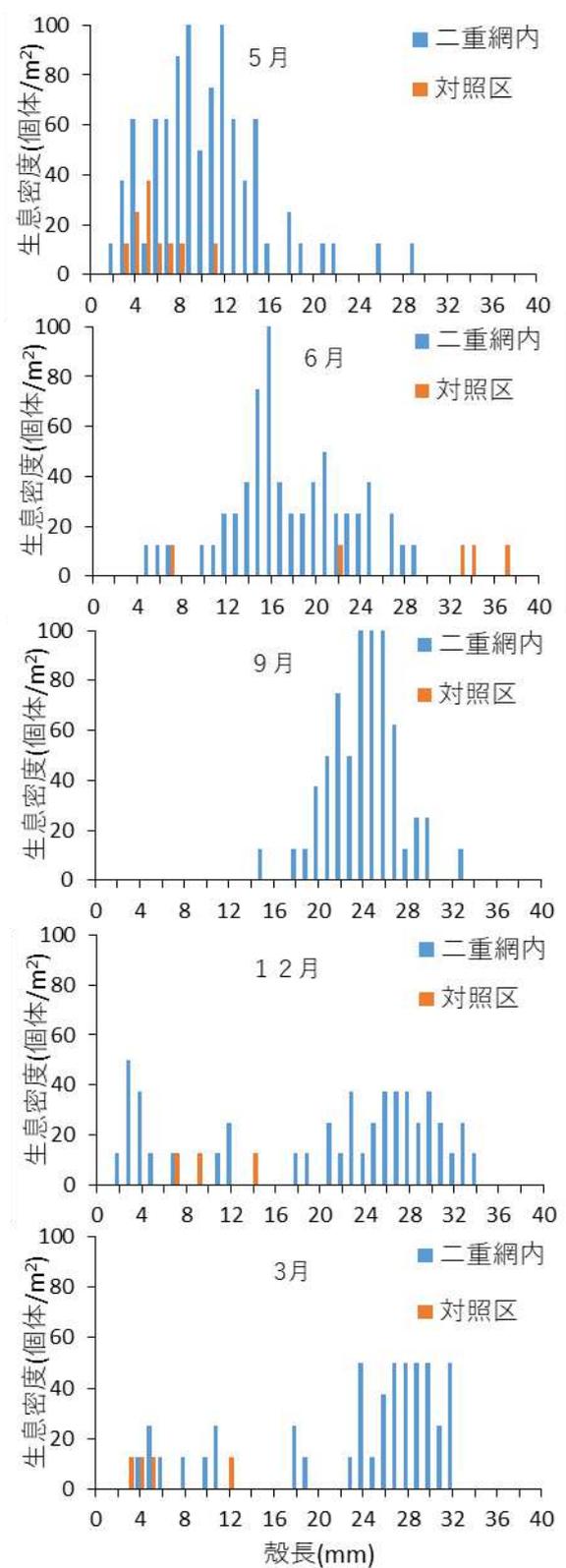


図4 高洲の大型二重網内アサリ殻長組成

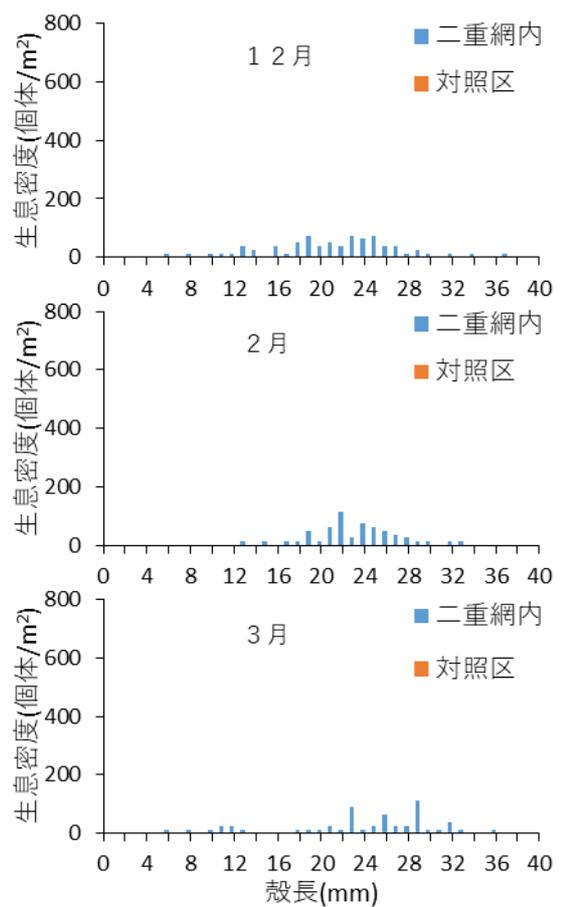
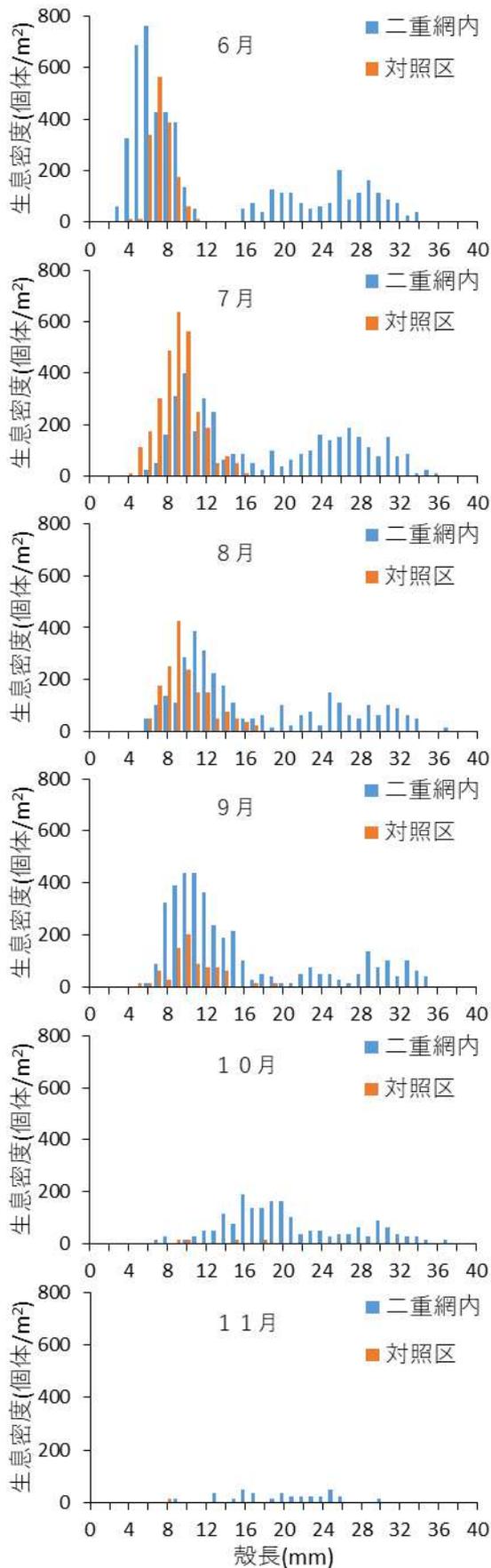


図5 長洲の大型二重網内アサリ殻長組成

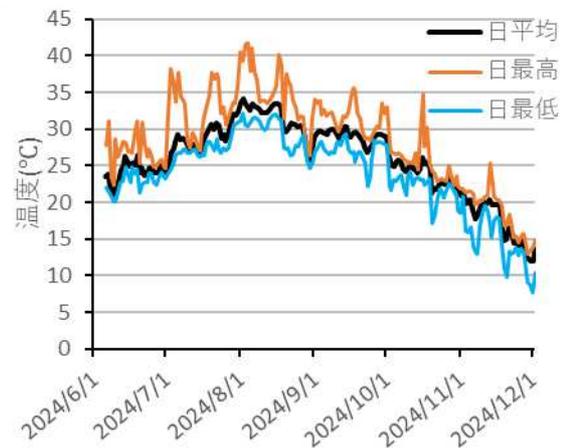


図6 長洲の大型二重網内地表温度の測定結果

文献

- 1) 石田俊朗, 石田基雄, 家田喜一, 武田和也, 鈴木好男, 柳澤豊重, 黒田伸郎, 荒川純平. 夏季のアサリ小型稚貝の移植について. 愛知県水産試験場研究報告. 2005; 11:43-50.

養殖・種苗生産に関する技術指導-4

養殖カキの三倍体人工種苗生産

高橋杜明

事業の目的

県内のマガキ養殖は杵築市が主産地であるが、近年、中津市の「ひがた美人」や佐伯市の「大入島オイスター」など、県内各地で生産されるようになってきている。一部の生産現場では、夏季の高水温期における成長や生残率の向上等を期待して、三倍体種苗の導入が進められているが、三倍体種苗の安定確保や種苗入手コストの低減などが課題となっている。そこで、現場で実施可能な三倍体マガキ種苗の作出技術の開発と普及を行うこと、また、高水温対策としての三倍体種苗導入の有効性を確認することを目的として、三倍体マガキの種苗生産試験と、得られた種苗を用いた養殖試験を実施した。

事業の方法

1. 種苗生産

1) 使用母貝

採卵用母貝は中津産の養殖マガキを使用し、2024年2月から採卵までの間、屋内水槽で水温20°Cに加温して飼育を行い、母貝の成熟を促した。

2) 採卵方法

採卵は媒精温度を25~26°Cとして、切開法による人工授精を行い、受精卵を得た。受精卵は24 µmメッシュで回収し、赤繁・楠木(1996)¹⁾に従い、媒精後15分が経過した後、32°Cの10 mMカフェイン溶液に10分間浸漬した(以下、「高水温+カフェイン処理」という)。また、比較対照のため、一部の受精卵は、媒精後15分が経過した後も水温約25°Cで保持した(以下、「通常処理」という)。処理後の受精卵は洗卵し、0.5~1 tのPE円形水槽に収容し、止水、無通気でふ化させた。

3) 幼生飼育

採卵翌日にふ化したD型幼生は40 µmメッシュで取上げ、0.2~1 tのPE円形水槽に収容し、止水、微通気で飼育した。飼育中は、1週間に1回または2回の頻度で飼育水の全換水を行った。

餌料は、市販の*Chaetoceros calcitrans*と自家培養した*Pavlova lutheri*を混合したものを、5,000~25,000細胞/mLの密度で1日1回給餌した。

4) 採苗

幼生の最大殻長が300 µmを超え、眼点個体の出現を確認してから、200 µmのメッシュで着底前幼生を取上げ、採苗に用いた。

採苗には、直径65 cm、高さ15 cmのアクリル枠の底面に、目合い150 µmのメッシュを接着して作成したダウンウェリング容器(以下、「採苗容器」という)を用いた。それらを0.1~6 tのPE円形またはFRP方形水槽内に設置し、採苗容器の底面が見えなくなる程度に、粒径0.5~1.0 mmのカキ殻粉を付着基質として敷設した後、着底前幼生を収容した。採苗中は、水中ポンプまたはエアリフトにより、採苗容器の上方から飼育水を常時散水した。採苗用の水槽は1~7日間に1回の頻度で全換水し、同時に採苗容器を幼生ごと水道水で洗浄した。着底した幼生は1 mmメッシュで選別し、重量法により計数した後、底面に目合い355 µmのメッシュを接着して作成した採苗容器に収容し、4 tのFRP方形水槽で飼育を継続した。

餌料は、市販の*C. calcitrans*又は自家培養した*C. neogracile*と*P. lutheri*を混合したものを、40,000~80,000細胞/mLの密度で1日1回または2回給餌した。

5) 倍数性の判定

飼育中に採取した浮遊幼生の倍数性について、フローサイトメーターによる分析を(株)サイトテックスに委託した。

2. 養殖試験

高水温+カフェイン処理によって得られた種苗のうち、三倍体化率が比較的高かった群(三倍体化率26.7~35.1%)の一部と、通常処理により得られた二倍体種苗の一部を試験に用いた。試験地は中津市小祝及び佐伯市吹浦のマガキ養殖場とし、中津市小祝では2024年12月10日、佐伯市吹浦では2025年1月28日に試験を開始した。各試験地の開始時の種苗の平均殻長及び平均殻付き重量は、中津市小祝は、高水温+カフェイン処理区は約29.6 mm (3.22 g)、通常処理区は40.8 mm (5.83 g)であり、佐伯市吹浦では、高水温+カフェイン処理区は31.2 mm (3.41 g)、通常処理区は35.4 mm (4.33 g)であった。これらの種苗を現地で使用されている養殖カゴに収容し、各養殖場に垂下した。

それぞれの種苗は、約2ヶ月ごとに殻高と殻付き重量等を測定し、成長を追跡した。

事業の結果

1. 種苗生産

採卵結果及び着底前幼生までの飼育結果を表1に示す。

高水温+カフェイン処理による採卵は4月17日、4月19日、5月30日、6月14日に実施した。また、通常処理による採卵は4月15日に実施した。

幼生飼育水槽計14面を用いて14~32日間飼育し(収容密度0.70~4.00個/mL)、高水温+カフェイン処理区では計91.5万個、通常処理区では19.9万個の着底前幼生を得た。高水温+カフェイン処理により得られた浮遊幼生の三倍体化率は5.20~35.1%であった。D型幼生飼育開始から着底前幼生までの歩留まりは、高水温+カフェイン処理区では0~17.5%、通常処理区では33.1%であった。

採苗結果を表2に示す。

採苗水槽計4面にダウンウェリング容器計8枠を設置して着底前幼生を収容し(収容密度0.61~14.6個/mL)、高水温+カフェイン処理区では計4.0万個、通常処理区では計0.6万個の着底稚貝を得た。採苗率は高水温+カフェイン処理区では0.18~32.9%、通常処理区では2.80~3.47%であった。

付着密度(カキ殻敷設面積あたりの着底個体数)は、高水温+カフェイン処理区では0.03~11.2個/cm²、通常処理区では0.96~1.56個/cm²であった。

今年度実施した高水温+カフェイン処理では、赤繁ら(1996)¹⁾で示された90%以上の三倍体化率を再現することができなかった。このことに関し

て、今回の採卵では、複数の雌母貝から採取した卵を混合して取り扱ったが、減数分裂の段階が同期していない卵が混在する状態となり、減数分裂の進行が遅れていた卵では、高水温+カフェイン処理による三倍体化が誘導されなかったことが一因として考えられた。Julien et al. (2024)²⁾では、倍化率の向上には卵の成熟が不可欠であり、受精後の減数分裂及び発生の進行を同期させるために、採卵後に80~100分間の成熟時間をとり、受精前の卵を第一減数分裂中期まで成熟させることが推奨されている。今後は、採取した卵の減数分裂の進行度合いを同期させるために、前述の80~100分間卵を海水中に静置させ、三倍体化率を高めることができるかを検証する。また、Julien et al. (2024)²⁾により、安全性が高く使用しやすいとされているジメチルアミノプリンによる三倍体作出の効果についても検証する予定である。

2. 養殖試験

養殖試験中の種苗の平均殻高及び平均殻付き重量について、小祝の測定結果を表3、吹浦の測定結果を表4に示す。

中津市小祝では、試験開始から93日後の2025年3月13日の試験貝の平均殻高及び平均殻付き重量は、高水温+カフェイン処理区では30.2 mm (3.97 g)、通常処理区では41.0 mm (6.35 g)であった。また、佐伯市吹浦では、試験開始から36日後の2025年3月5日の試験貝の平均殻高及び平均殻付き重量は、高水温+カフェイン処理区では39.4 mm (4.42 g)、通常採卵区では48.7 mm (4.55 g)であった。

今後は、現在養殖試験中のマガキの追跡調査を夏季まで継続するとともに、一部の試験貝を持ち帰って倍数性の判定を行い、三倍体と二倍体の成長等を比較する予定である。

文献

1) 赤繁 悟、楠木 豊. 人為三倍体マガキの作出条件および三倍体幼生の生残. 広島県水産試験場研究報告. 1996; 19: 1-20.

2) Vignier, J. Adams, S. & Lovatelli, A. 2024. Production of triploid Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) spat. A practical manual. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Papers, No. 698. Rome, FAO. (<https://doi.org/10.4060/cd1852en>)

表1 採卵及び幼生飼育結果

採卵日	処理方法	親貝数 (個)	採卵数 (万粒)	D型幼生数 (万個)	飼育幼生数 (万個)	飼育水槽	収容密度 (個/mL)	三倍体化率 (%)	飼育日数 (日)	着底前幼生数 (万個)	歩留まり (%)
4月15日	通常	10	500	278	60	0.1 t×2面	2.00、4.00	-	18~31	19.9	33.1
4月17日		10	500	130.6	130.6	1 t×1面	1.31	7.0~35.1	26	2.1	1.6
4月19日	高水温 +	14	3,109	641.9	400	0.5 t×2面 1 t×1面	2.00		16~30	70.2	17.5
5月30日	カフェイン	10	3,989	268	268	0.2 t×2面 0.5 t×2面 1 t×1面	0.70~2.07	-	14	0	0
6月14日		14	3,053	159.2	159.2	0.5 t×2面 1 t×1面	0.71、0.89	5.2%	29	19.2	12.1
合計		58	11,151	1,477.7	1,017.8					111.34	10.9

表2 採苗結果

採卵日	採苗開始日	着底前幼生数 (万個)	採苗容器	収容密度 (個/mL)	着底稚貝数 (個)	付着密度 (個/cm ²)	採苗率 (%)
4月15日	5月4日	8.6	ダウンウェリング①	2.63	2,401	0.96	2.80
		11.3	ダウンウェリング②	3.47	3,918	1.56	3.47
4月17日	5月14日	2.1	ダウンウェリング③	0.65	89	0.04	0.42
	5月11日	20.6	ダウンウェリング④	6.31	839	0.33	0.41
4月19日	5月14日	2.0	ダウンウェリング⑤	0.61	748	0.30	3.74
	5月6日	47.6	ダウンウェリング⑥	14.61	868	0.35	0.18
6月14日	7月13日	16.3	ダウンウェリング⑦	5.00	28,090	11.21	17.2
		2.9	ダウンウェリング⑧	0.89	9,526	3.80	32.8
合計		111.34			46,479	2.32	4.17

表3 中津市小祝における養殖試験測定結果

測定日	平均殻高(mm)		平均殻付き重量(g)	
	高水温+カフェイン処理区	通常処理区	高水温+カフェイン処理区	通常処理区
12月10日 (開始日)	29.5	40.8	3.22	5.83
1月14日	30.6	36.5	-	-
3月13日	30.2	41.0	3.97	6.35

表4 佐伯市吹浦における養殖試験測定結果

測定日	平均殻高(mm)		平均殻付き重量(g)	
	高水温+カフェイン処理区	通常処理区	高水温+カフェイン処理区	通常処理区
1月28日 (開始日)	31.2	35.4	3.41	4.33
3月5日	39.4	48.7	4.42	4.55

養殖・種苗生産に関する技術指導－5

リシケタイラギ母貝団地造成技術の開発

(国庫委託)

徳光 俊二

目的

人工種苗を用いたリシケタイラギ（有鱗型）母貝団地造成技術を開発することを目的とした。

これまでの研究成果では、殻長約5cmの有鱗型タイラギ人工種苗を海底に地蒔きして移植し被覆網を用いて保護した。その後、満2歳の春にはほぼ全ての個体が成熟し、その冬には殻長17.9～19.8cmに成長した。なお、この冬時点の生残率は0.0～18.5%であった。このため、さらなる成長と生残率の向上を目指して被覆網の管理方法について検討を行った。



図1 海底移植試験の実施場所

方法

試験には2021年から2024年に国立研究開発法人水産技術研究所（百島庁舎）が採卵し、殻長10mm程度まで飼育後、山口県水産研究センターが約2か月間中間育成した有鱗型タイラギ人工種苗を用いた。なお、それぞれ2021年生まれ、2022年生まれ、2023年生まれ、2024年生まれとした。

2021年生まれは、2021年11月29日大分県北部海域の姫島の北側に位置する観音崎地先（図1）に $51.6 \pm 10.8\text{mm}$ の稚貝及び12月6日両瀬地先に $60.5 \pm 13.3\text{mm}$ の稚貝を、それぞれスキューバ潜水によって地元潜水漁業者が各試験区に設置した。試験区は $1 \times 1\text{m}$ の範囲内に人工種苗を400及び200個/ m^2 の密度で地蒔き移植した後、その海底上面を逸散・

食害防止のための被覆網（目合い15mm、空隙確保のため網中央部に浮子及び網周囲に沈子コードを装着：写真1）を設置した。これらは2～3か月毎に海中にて被覆網を手で揉んで汚れを落とすことで網を掃除し、試験区毎に生存しているタイラギを無作為に10個体程度サンプリングし、殻長・つがい長・殻高・殻付き重量・軟体部重量・閉殻筋（貝柱）重量を測定した。また、採取時に確認できた死殻もあわせて回収した。

2022年11月5日に観音崎及び12月3日に両瀬において区画内の生存個体を取り上げ、網を $2 \times 2\text{m}$ の被覆網に広げて再収容（以下、展開という。）を行った。なお、観音崎の200個/ m^2 の試験区ひとつについては取上げを行わずに $2 \times 2\text{m}$ の被覆網に網替えのみを行った。観音崎の展開区は2024年3月15日に6個を回収し、すべての個体を取り上げた。また、展開を行わなかった網替えのみの区は2024年10月12日にすべてを取り上げた。また、両瀬地先の展開区は引き続き調査を行っている。

2022年生まれは、2022年12月3日観音崎に同様の方法で試験区を設置した。試験区は $1 \times 1\text{m}$ の被覆網に重さ90g/mの沈子コードを1重に装着した基本区、2

重の2倍区、3重の3倍区及びサンプリングをしない3倍区の4試験区に、 $45.0 \pm 7.7\text{mm}$ タイラギ稚貝の200個/ m^2 の密度で地蒔き移植した。また、2024年1月27日に区画内の生存個体を取り上げ、 $2 \times 2\text{m}$ の被覆網に替えて展開を行った。なお、2021年生まれと同様に管理・サンプリングを行った。

2023年生まれは2023年12月4日観音崎及び12月5日両瀬に同様の方法で試験区を設置した。試験区は $2.4 \times 2.4\text{m}$ の被覆網にサンプリングをする区、及びしない試験区をそれぞれ設置し、 $46.7 \pm 10.1\text{mm}$ タイラギ稚貝の各750個体、130.2個/ m^2 の密度で地蒔き移植した。なお、2021年生まれと同様の管理



写真1 被覆網の構造と水中での網なり



写真2 鉄筋カゴ(右)、モジ網4mm(中央)、ナイロンラッセル15mm網(左)

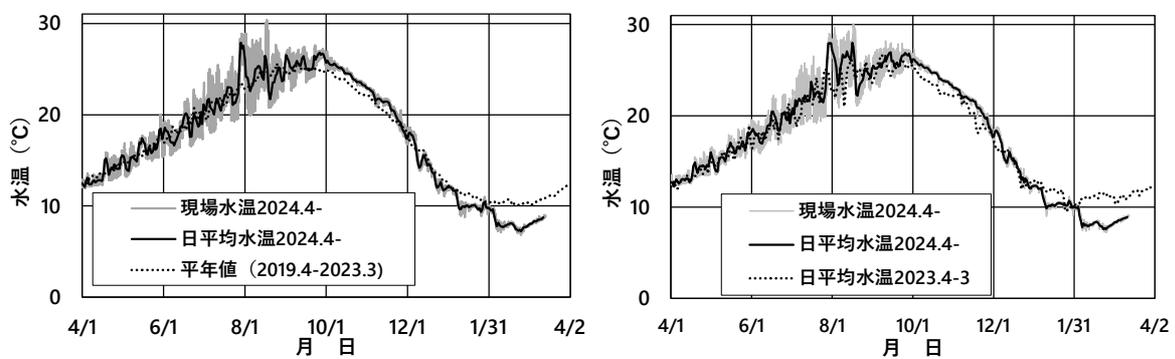


図2 観音崎(左)及び両瀬(右)の現場水温の推移

・サンプリングを行った。

2024年生まれは2024年12月12日に西浦及び12月2日両瀬に同様の方法で試験区を設置した。試験区は1×1mの上部を巾着状にした鉄筋カゴ区（側面トリカルネット9mm、上部ナイロンラッセル網15mm）、モジ網区（目合い4mm）、ナイロンラッセル網区（目合い15mm）をそれぞれ設置し（写真2）、46.7±10.1mmタイラギ稚貝の各500個/m²の密度で地撒き移植した。なお、2021年生まれと同様の管理・サンプリングを行った。

また、それぞれの地先の被覆網の1つに温度ロガー（Onset社、TidbiT.v2）を設置し水温を測定した。

結果

観音崎及び両瀬の現場水温の推移を図2に示した。観音崎では最高値で30.4℃、最低値で6.8℃であった。両瀬では最高値30.1℃、最低値7.2℃であった。両地点で30℃を超えたのは8/16、17で調査開始以来初めてであった。秋から冬にかけて平年及び前年より2℃ほど低めに推移した（図2）。

2021年生まれは移植から約3年経過した2025年1月23日の両瀬の展開区で213.2±9.3mmで初めて

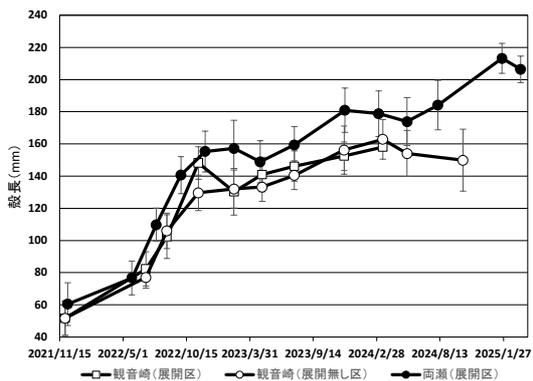


図3 2021年生まれの成長

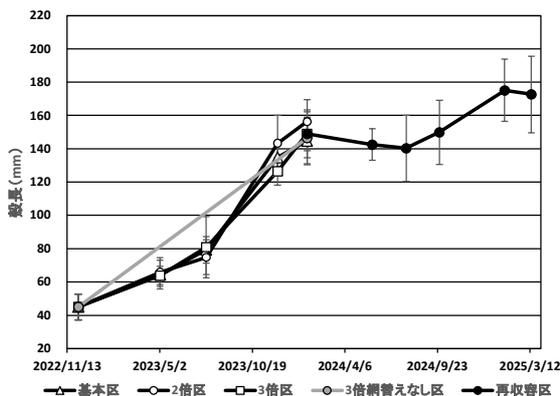


図4 2022年生まれの成長

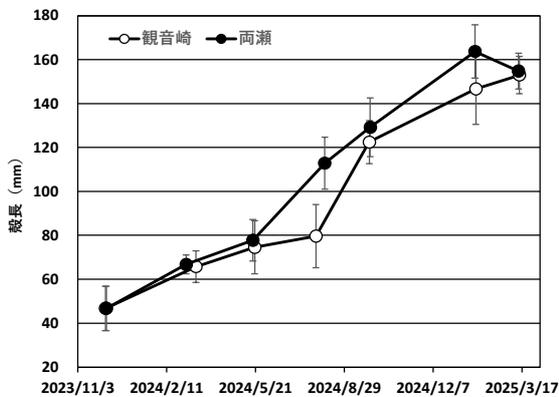


図5 2023年生まれの成長

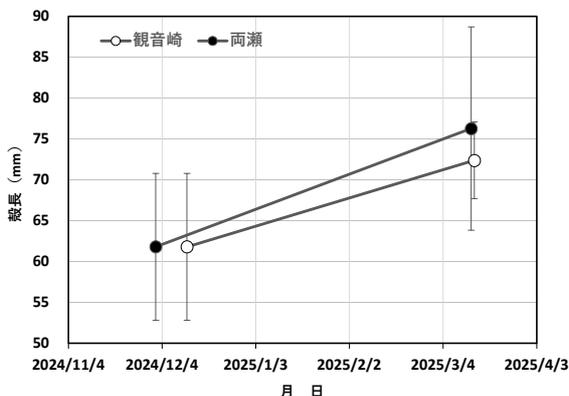


図6 2024年生まれの成長

平均殻長200mmを超えた(図3)。2年目以降に性

成熟によると推測される成長停滞が春から夏にかけて認められたが、両瀬ではそれ以降に良好な成長が認められた。観音崎では成長が遅いことから2024年10月12日に全数126個を取り上げた。ここまでの生残率は16.9%であった。その後、12月17日にポケットカゴに収容し、佐伯市上浦の水産研究部の役に垂下した。

2022年生まれは観音崎にのみ移植しており、約2年経過した2025年3月14日に展開区で175.1±18.7mmであった(図4)。成長はこれまでの試験と同様に2年目に性成熟によると推測される成長停滞が認められたが、2021年生まれの同時期と比較すると成長は良かった。

2023年生まれは移植から約1年後の2025年3月14日に観音崎で153.0±8.6mm、3月13日に両瀬で154.9±8.1mmであった(図5)。

2024年生まれは移植から西浦で92日後の3月14日に72.4±4.7mm、両瀬で101日後の3月13日に76.3±12.4mmに成長した(図6)。西浦は冬季に強まる北西風の影響を直接受けることから、網地に張り付いて潜砂していない個体が認められた。

考察

全数を取り上げる方法以外での生残率の正確な把握に向けて、写真撮影による画像からの生息個体数把握の検討を行った。しかし、潜砂場所に偏りがあること、潜砂している小型個体の判別が難しいことなど課題があり、調査方法は定まらなかった(写真3)。2024年生まれは被服網を1×1mに小型化し、ステン枠内の表面の砂を飛ばすなどの方法を検討したい。

また、2年目以降は性成熟によると推測される成長停滞は認められたが、両瀬では秋以降の成長は



写真3潜砂している小型個体は判別が難しい

概ね良好であった。今年の生息環境が特に良好であったとも考えられることから、水温やクロロフィル量などとの比較検討を行っていききたい。また、2024年生まれの移植場所は成長の遅い観音崎からやや流れのある西浦に変更し、経過を観察していきたい。

今年度はマダコの被服網内への侵入による食害は認められなかったが、サンプリングで被服網の裾を捲る際に隙間が生じることが問題となることから、被服网上部を巾着状にして上部からサンプリングを行い、裾は埋設するように改良を行った。

養殖・種苗生産に関する技術指導-5

タイラギ種苗生産

徳光 俊二

目的

タイラギ（無鱗型）の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を行った。

方法

親貝となるタイラギは2023年1月から3月に周防灘の第三種小型底曳網により採取された小型タイラギを集め、国東市国見町伊美地先の被服網内で養成した。2024年3月19日に全数を取り上げ、3月22日に佐伯市上浦の水産研究部の筏水深約2 mに垂下した。5月13日、5月27日、7月29日、8月13日にタイラギそれぞれ雌雄各5個体程度を持ち帰り、水温16℃に調温した水槽に1晩収容した。

翌朝から25℃に調温した500 Lパンライト水槽に移し1時間経過後、Funayama *et al.*¹⁾が開発した産卵誘発の合成ペプチドを雌、雄の順に閉殻筋に打注して放精・放卵を待った。得られた受精卵は洗卵後に500Lポリエチレン水槽に収容しふ化槽とした。

採卵翌日にベリジャー幼生への変態を確認した後に回収し、伊藤²⁾による500 L水槽2基を用いた連結式浮遊幼生飼育水槽に100-150万個体となるように収容した。水槽洗浄は3日毎に幼生の集積がない方の水槽の飼育水を全て廃棄し、水槽を洗浄して、新しい海水に交換した。

給餌は市販の*C. calcitrans*と自家培養した*P. lutheri*を3:1の割合で混合し、幼生の餌食いや残餌状況を観察して5,000~40,000細胞/mLの密度の範囲内で1日1~2回給餌した。

また、昨年飼育水表面に浮遊幼生の張り付きや蟻集があったことからシャワー頻度は10分に1分間から5分に1分間までの間で設定した。

事業の結果

種苗生産の結果を表1に示した。採卵はすべての回次において受精卵が得られ、安定的にベリジャー幼生を得ることが出来た。

連結水槽1セットあたり102~122万個体を収容し飼育を開始した。1Rでは7日齢でシャワー散水用のポンプの不具合で1000個体/kL以下になったことから飼育を終了した。2Rは5日令にすべての水槽で浮遊幼生が沈降した。飼育水中に原虫類が認められたが原因は不明であった。3Rは20日齢で1000個体/kL以下になったことから飼育を終了した。これらは200 μm前後から成長が停滞し、徐々に減耗した。4Rも同様に21日齢で200 μm程度で1000個体/kLを下回ったため、飼育を終了した。これらも摂餌不良を示していたが原因は不明であった。最終的に着底稚貝を生産することは出来なかった。

考察

種苗生産は合成ペプチドを用いることにより、安定的に受精卵、ベリジャー幼生を得ることが出来、特に問題は無かった。

浮遊幼生の飼育では表面の張り付きは無いようシャワー頻度を増やしたため、初期の減耗はある程度抑えられた。しかし、徐々に減耗が続き、原虫類などの生物が飼育水中に確認されていることからこれらが摂餌不良や沈降の原因ではないかと考えられる。飼育水の取水が干潟域にあることから、これらが混入しないように飼育方法や*P. lutheri*の培養方法など改良する必要がある。

文献

1) Shohei Funayama, Toshie Matsumoto, Yoshio

Kodera, Masahiko Awaji. A novel peptide identified from visceral ganglia induces oocyte maturation, spermatozoa active motility, and spawning in the pen shell *Atrina pectinata*

2) 伊藤篤. 4.種苗生産技術: 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; 50-55.

表1 タイラギの種苗生産結果

回次	採卵日	親貝個数	採卵数 (万粒)	正常ベリジャー幼生数 (万個体)	ふ化率 (%)	収容数	備考
1R	5月14日	♂5♀5	1,468	1028	70.0	420	シャワー散水の停止により7日令で終了
2R	5月29日	♂5♀5	1,586	1275	80.4	468	原因不明の減耗で5日令で終了
3R	7月30日	♂4♀5	560	487	87.0	487	殻長200μm以降の成長停滞と減耗
4R	8月14日	♂3♀3	386	205	53.1	205	殻長200μm以降の成長停滞と減耗

高級魚キジハタの種苗生産技術開発

堀切保志・内海訓弘

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に大分県漁業協同組合（以下、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・教育機構が人工種苗を用いた標識放流・追跡調査を行っており、高い放流効果が確認されている¹⁾。また、県内各地において種苗放流の要望はあるが、現在では他県産の種苗に依存しており、今後のキジハタ栽培漁業の推進に伴う種苗の安定供給のためには、県内での種苗生産体制の構築が望まれる。

そこで、本研究では親魚養成技術、採卵技術、餌料培養を含めた種苗生産技術の確立を目的とする。今年度は種苗生産（仔魚飼育）期における、照明の条件について検証を行った。

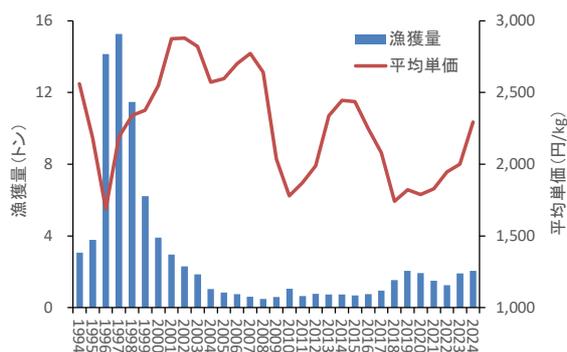


図1 県漁協姫島支店のキジハタ漁獲量と平均単価推移

事業の方法

1. 親魚養成

1) 通常期採卵

県漁協姫島支店および同香々地支店から刺網もしくは釣りによって漁獲された活魚を2021～2023年に計128尾購入し、親魚として養成した。親魚は、3ト

ン円形FRP水槽（直径2.3m×高さ0.9m）3面と4トン角形FRP水槽（2m×2m×1m）2面に収容し、遮光幕を設置の上、砂ろ過海水掛け流しで養成した。なお、個体識別のため全個体にPITタグを挿入した。親魚の全長（TL）および体重を定期的に測定し、全長-体長（BL）の換算式 $BL(mm) = 0.784TL(mm) + 7.813^2$ を用いて体長を算出し、肥満度を $体重(g) \div 体長^3(cm) \times 1000$ により求めた。

寄生虫対策として、マリンサワーSP45（株式会社片山化学工業研究所）によるエラムシ駆除、10分間の淡水浴によるハダムシ駆除および3日間ごとの水槽替えを4回連続して行う白点病予防を適宜実施した。

親魚養成用の餌は4月から採卵まではモイストペレット（イカ24.3%、アカエビ24.3%、魚粉48.5%、総合ビタミン剤1.0%、氷水1.9%）、採卵後はEP（ホワイトフロート育成用8号、林兼産業株式会社）を1日1回飽食給餌した。また、水温の低下によりキジハタの活動が低下する11月から3月は無給餌とした。

採卵は、6月14日（1回次）、6月19日（2回次）、7月18日（3回次）の計3回行った。

2) 早期採卵

通常であれば早期採卵を行うために、4月から0.2°C/日ずつ昇温させ、水温が24°Cになるまで加温して養成するが、機械の故障のため、今年度は通常水温のみでの養成となった。

2. 採卵

卵の成熟時期を把握するため、カニューレによって卵巣内の卵を採取し、実体顕微鏡を用いて20粒の卵径を測定して平均値を求めた。この数値を平均卵巣卵径とし、成熟度の指標とした。平均卵巣卵径が400 μ mを越えた雌の背筋部にヒト胎盤性生殖腺刺激ホルモン（以下、「HCG」とする。）を魚体重1kg当たり500IU打注して排卵を促進した。HCG打注後40～44時間後に腹部を圧搾し、得られた卵について卵量を求めた。卵量は1g当たり3,200粒³⁾として重量法により算出した。その後、乾導法によって人工授精させた卵を浮上卵と沈下卵に分離し、浮上卵のみ

を100Lアルテミアふ化槽に収容し、胚胎形成期まで卵管理を行った。

3. 仔魚飼育

飼育は、2回次の受精卵を用いて1回行った。1トン円形FRP水槽(直径1.3m×有効水深0.78m)3面に、胚胎形成期の受精卵を1.5万粒ずつ収容した。照明は、3水槽それぞれ異なる種類のものを用い、いずれも水面照度が10,000lux以上になるよう設置高により調整した(①水槽:100W蛍光灯(昼白色)4基、85W蛍光灯(昼白色)1基②水槽:100W蛍光灯(電球色)4基、12,000lm LED(昼白色)1基③水槽:100W相当LED(電球色)4基、12,000lm LED(昼白色)1基)。なお、施設的设计上、太陽光の採光が不可能であったため、人工照明のみで光環境を整備した。照射時間は6:00~18:00とした。

卵収容後から徐々に加温し、飼育水温を26℃となるよう調整した。浮上斃死対策として、卵収容前にフィードオイル(ハイカロールE、兼松食品株式会社)を0.2ml/トン添加した。仔魚の沈降対策として、バスポンプを使用し飼育水が時計回りに緩やかに回るよう水流を発生させた。ポンプの稼働時間は沈降状況をみながら適宜調整した。

餌料系列はS型タイ株ワムシ、S型ワムシ、アルテミア(アメリカ・ユタ州ソルトレイク産)、配合飼料(ジェンマ・マイクロ150:スクレッティング株式会社、アンブローズ200・400・800:フィードワン株式会社)を順次重複させながら給餌した。ワムシは日齢1から20個/mlとなるように添加し、水槽にはスーパー生クロレラV12(クロレラ工業株式会社)を30万細胞/ml程度となるように定量ポンプで24時間かけて滴下した。

4. 中間育成(45日齢~)

種苗生産で取り揚げた3水槽の稚魚を目視により大小に選別し、ハンドリングによる死亡個体を除いた計380尾を1トン円形FRP水槽2面に収容し中間育成を行った(④水槽:大195尾(全長21.4mm)⑤水槽:小185尾(全長15.8mm))。

配合飼料は、おとひめEP1(日清丸紅飼料株式会社)、ノヴァEP1(林兼産業株式会社)を体重の5%を基準に1日10回程度手撒きおよび自動給餌機を用いて給餌した。換水は自然水温で2~3回転/日行った。

事業の結果

1. 親魚養成

エラムシ駆除、ハダムシ駆除及び白点病予防を行うことで疾病による大量斃死はなかった。

2. 採卵

採卵結果を表1に、採卵に供した雌個体の測定結果を表2に示した。1回次と3回次は受精卵が得られなかったが、2回次は33.2万粒の受精卵が得られた。得られた受精卵のうち4.5万粒を種苗生産に用いた。

3. 仔魚飼育

種苗生産結果を表3に示した。45日齢で合計444尾を取り揚げた。10日齢時点での生残率は、①水槽で72.9%②水槽で50.5%③水槽で23.6%であった。今年度は、養殖ビジネスの特集記事⁴⁾を参考に照明の種類を変えて飼育を行った。照明の種類以外は同じ条件での飼育手法であることから、当グループでのキジハタの生産においても光環境が仔魚の生残に何かしらの影響を及ぼした可能性が考えられる。

その後の生産において、②水槽でバスポンプ故障による大量減耗や、全ての水槽で日齢30頃から遊泳異常個体が多数出現し減耗したため、最終的な生残率は、①水槽で3.0%(全長20.2mm)、②水槽で0.3%(全長15.4mm)、③水槽で0.8%(全長18.1mm)となった。遊泳異常個体については、VNNのPCR検査を行ったが、いずれも陰性であり原因は分からなかった。

4. 中間育成

中間育成結果を表4に示した。91日齢で合計174尾を取り揚げた。生残率は、④水槽で71.8%(全長65.4mm)、⑤水槽で18.4%(全長53.8mm)であった。

今後の課題

キジハタ種苗の安定生産のためには、健全な親魚養成技術、計画的かつ安定的な採卵技術、餌料培養を含めた種苗生産技術の確立が必要である。人工授精によるキジハタの採卵技術は概ね確立できたが、種苗生産では、初期の歩留まり向上が課題である。特に、人工照明下での種苗生産において光環境は重要であると考えられることから、飼育に用いる照明の種類について検討が必要であると考えられる。

文献

- 1) 崎山和明. 栽培対象魚種の放流効果調査-3 キジハタ. 令和2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2021;124-125.
- 2) 松村新作, 福田富男. 刺網標本船によるキジハタの漁獲状況と若干の生物学的知見. 岡山水産試験場報告1号. 1986;1:27-32.
- 3) 栽培のてびき(改訂版)キジハタ. 山口県. 2012.
- 4) 養殖ビジネス2024.3;20-21

表1 採卵結果

回次	尾数 (尾)	性比 (♀:♂:不明)	採卵月日	総採卵数 (万粒)	採卵時水温 (°C)	受精卵数 (万粒)	受精率 (%)
1	5	2:3:0	6/14	91.2	21.7	0	0
2	13	8:5:0	6/19	117.8	22.4	33.2	28.2
3	17	12:5:0	7/18	216.3	25.5	0	0
合計				425.3		33.2	

表2 採卵親魚(雌)の測定および採卵結果

回次	タグNo.	全長 (cm)	推定体長 (cm)	体重 (g)	肥満度	推定採卵量 (粒)	受精卵量 (粒)	受精率 (%)
1	3761	30.5	24.7	540	35.9	534,400	0	0.0
	3808	31.0	25.1	620	39.3	377,920	0	0.0
2	336D	38.0	30.6	1020	35.7	75,520	0	0.0
	5426	36.0	29.0	900	36.9	89,920	0	0.0
	1580	30.0	24.3	520	36.2	448,000	275,560	61.5
	2E38	33.5	27.0	700	35.4	185,920	0	0.0
	2E4A	32.0	25.9	610	35.2	113,920	56,440	49.5
	2F0D	30.0	24.3	510	35.5	174,720	0	0.0
	1632	34.0	27.4	780	37.8	0	0	-
	1649	32.0	25.9	560	32.3	90,560	0	0.0
3	1653	30.5	24.7	580	38.5	332160	0	0.0
	2E6D	32.0	25.9	620	35.8	80000	0	0.0
	1591	31.0	25.1	560	35.5	300480	0	0.0
	1644	31.5	25.5	550	33.3	342720	0	0.0
	1612	30.0	24.3	490	34.1	180480	0	0.0
	2E4E	30.0	24.3	490	34.1	0	0	0.0
	2E78	32.5	26.3	590	32.6	0	0	-
	1625	33.5	27.0	700	35.4	377280	0	0.0
	2F0B	31.5	25.5	540	32.7	238080	0	0.0
	2E5F	30.5	24.7	570	37.9	222240	0	0.0
	373E	30.5	24.7	480	31.9	0	0	-
	2E53	32.5	26.3	610	33.7	90240	0	0.0
合計						4,254,560	332,000	

表3 種苗生産結果

水槽	有効水量 (kl)	受精卵収容			ふ化仔魚 収容尾数 (尾)	10日齢 生残率 (%)	取り揚げ					備考
		月日	密度 (粒/kl)	孵化率 (%)			月日	日齢	全長 (mm)	尾数 (尾)	生残率 (%)	
①	1	6/20	15,000	66.3	9,947	72.9	8/5	45	20.2	301	3.0	日齢30前後から遊泳異常個体が増え始め減耗
②	1	6/20	15,000	90.0	13,500	50.5	8/4	44	15.4	42	0.3	バスポンプ故障により大量減耗(日齢13)
③	1	6/20	15,000	84.7	12,705	23.6	8/5	45	18.1	101	0.8	日齢30前後から遊泳異常個体が増え始め減耗
合計			45,000	80.3	36,152					444	1.2	

表4 中間育成結果

水槽	有効水量 (kl)	収容			取り揚げ				水温 範囲 (°C)
		日齢	尾数 (尾)	全長 (mm)	日齢	尾数 (尾)	全長 (mm)	生残率 (%)	
④	1	45	195	21.4	91	140	65.4	71.8	25.8~29.3
⑤	1	45	185	15.8	91	34	53.8	18.4	25.8~29.3
合計			380			174		45.8	

食品加工残渣を利用した効率的な操業支援実証事業

内海訓弘

事業の目的

近年、漁船漁業は漁獲量の減少、魚価の低迷により、漁家所得が減少している。また、漁業資材や燃料の高騰など経費負担が増加し、厳しい経営状況に追い打ちをかけている。

マダコやガザミを漁獲するカゴ漁業については、餌として利用するサバの漁獲が年により不安定で、価格が高騰する場合があります、安価な餌の安定確保が求められている。一方、ハモの骨切りやブリのフィレなど付加価値をつけて販売する取組が盛んに行われるようになり、加工処理施設から大量の加工残渣が発生し、その処理費が課題となっている。

餌の安定確保、漁業経費の削減及び加工処理施設の廃棄物処理経費の削減を図るため、今回ハモの食品加工残渣がマダコやガザミを漁獲するカゴ漁業に使用する餌として利用できるか検証する。

事業の方法

現地実証試験

ハモの加工残渣がマダコのカゴ漁業の餌として利用できるか確認するため通常餌として利用する冷凍サバの切り身(サバ区)とハモの加工残渣(ハモ残渣区)を実際マダコの漁獲を実施している漁場に投入し、比較試験を実施した。

試験は、豊後高田市香々地の長崎鼻の地先で3月23日6:30にカゴ網を投入3月31日の7:00に取り上げた(図1)。



※海洋状況表示システム (<https://www.msil.go.jp/>) を加工して作成

図1 現地実証試験の実施場所

試験区は餌袋に冷凍サバの切身100g入れたもの(サバ区)とハモの加工残渣100g入れたもの(ハモ残渣区)とし、漁具は幹縄にサバとハモ加工残渣の餌を入れたカゴを交互に装着し、投入した(図2)。水温は取り上げを行った3月31日の7:00に計測した。

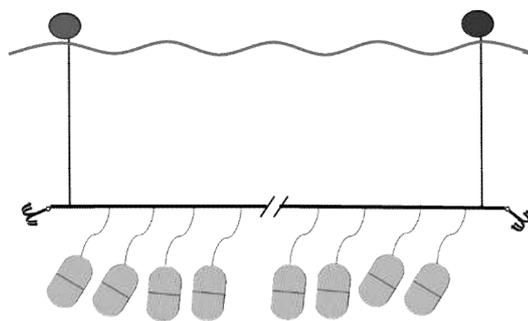


図2 現地実証試験のカゴ漁具の模式図

事業の結果

現地実証試験

取り上げ時の水温は、10.5℃（表層）であった。
現地実証試験でのマダコの入網状況を表1に示した。

サバ区では15カゴのうち2カゴにマダコが入網し、2個体（平均重量270g）を漁獲した。ハモ残渣区では15カゴのうち2カゴにマダコが入網し、2個体（平均重量484g）を漁獲した（表1）。

ハモの加工残渣と通常餌として利用されるサバを比較すると、サバと同等の漁獲が得られ、ハモの食品加工残渣がマダコのカゴ漁業に使用する餌として利用できるものと思われた。

今後の課題

今年度は実施場所の香々地ではマダコが不漁とのことでマダコの活動が活発な時期での実証試験を行うことはできなかった。ガザミについても不漁が続いており、実証試験は行えなかった。マダコについては水槽試験（令和3年度）と低水温期の実証試験で、ガザミについては水槽試験（令和4年度）で、ハモの加工残渣が餌として利用可能な結果が得られていることから、両種とも盛漁期にも現地で同様の結果が得られるか検証する必要がある。

表1 マダコの入網状況（長崎県）

かご No.	サバ区		ハモ残渣区	
	個体数	重量(g)	個体数	重量(g)
1	0	-	0	-
2	0	-	0	-
3	0	-	0	-
4	0	-	0	-
5	0	-	0	-
6	0	-	0	-
7	0	-	0	-
8	0	-	0	-
9	0	-	0	-
10	0	-	0	-
11	0	-	0	-
12	0	-	0	-
13	0	-	1	404
14	1	182	1	565
15	1	358	0	-
計	2	540	2	968
	平均重量	270	平均重量	484

海域戦略魚種増殖モデル構築事業

永田みのり・堀切保志・内海訓弘

事業の目的

大分県における2022年の海面漁船漁業の産出額は約87億円であり、海面養殖業の3分の1以下となっている（図1）。また、その額は年々減少しており、加えて漁業者の高齢化や漁業者数の減少により漁船漁業の現状は極めて厳しい。

本県では、海面漁船漁業の再興に向けて資源管理と一体となった栽培漁業に取り組んでおり、本事業においては、戦略的に重要な魚種であるクルマエビ、マコガレイ、マダイ、イサキについて海底耕耘や増殖礁設置による環境整備を行い、適地に集中的に放流することで放流効果のさらなる向上を図ることを目的としている。

今年度、北部水産グループにおいては、マコガレイについての放流後の滞留を調査し、DNAマーカー技術による遺伝標識^{1,2)}を用いた放流効果調査の有用性を検討した。また、クルマエビについても同様に放流後の滞留や遺伝標識^{3,4)}を用いた放流効果調査⁵⁾を行った。

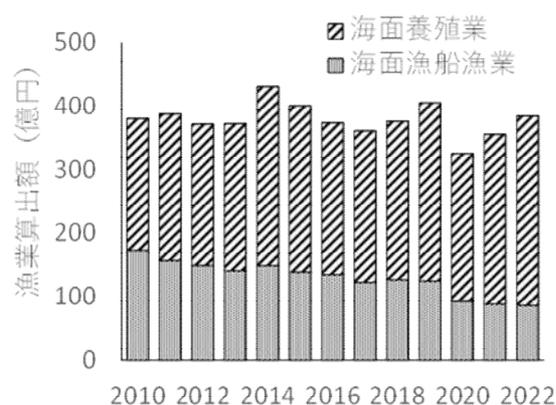


図1 大分県の海面養殖業及び漁船漁業の算出額の推移

事業の方法

1. マコガレイ

1) 種苗放流

公益社団法人大分県漁業公社で生産されたマコガレイ種苗(平均体長20.8 mm)を、2024年4月15日から4月16日にかけて日出町地先に放流した。4月15日は、日出町豊岡漁港にて76千尾、日出町大神漁港にて25千尾をそれぞれ岸壁から放流した。4月16日は、日出町大神地先の2地点にて、船上からホースにより計101千尾を放流した(表1、図2)。

また、4月26日に同一ロットの種苗(平均体長23.7 mm)を杵築市灘手地先(守江湾内)にて、船上からホースで50千尾、大分県漁業協同組合(以下、県漁協)杵築支店前の岸壁から50千尾をそれぞれ放流した(表1、図2)。



図2 マコガレイ種苗放流地点

(4/15 : ●、4/16 : ○、4/26 : ■)

※海洋状況表示システム (<https://www.msil.go.jp/>) を加工して作成

2) 追跡調査

A. 試験操業による滞留状況調査

日出町大神地先、ならびに守江湾の放流地点付近に繁茂するアマモ場の縁において、放流直前、放流直後、放流2、4、8週間後の計5回ずつソリネ

ット(開口部1.3 m、目合い約4 mm)を約3ノットで2分間曳網して、放流種苗の再捕による滞留状況の調査を行った(ソリネット標本)。また、放流半年後から翌年3月まで月に一度、同地点において刺網(1反約22m、1.3寸目、網丈約75 cmの刺網を10反使用)による放流種苗の再捕を試みた(刺網標本)。

採捕したマコガレイは、測定後にエタノールによって固定し、DNA分析に用いた。また、刺網標本は耳石を採集し、年齢査定を行った。

B. タイムラプスカメラ調査

日出町大神地先の放流地点付近のアマモ場へタイムラプスカメラ(TLC300及びTLC200pro、brinno社製)を設置し、日中に1分間毎の撮影を行った。撮影した映像は、カメラ回収後に1コマずつ確認し、マコガレイが撮影されているか確認した。

C. 標本調査

放流6か月後から翌年2月まで、県漁協日出魚市場から無作為抽出されたマコガレイ月5尾程度をサンプリングした(市場標本)。精密測定後は筋肉片を採取し、エタノール固定によって固定し、DNA分析に用いた。また、耳石を採集し、年齢査定を行った。

D. DNAマーカー標識の有用性の検討

種苗生産に使用した親魚(雌9尾、雄18尾)、放流種苗(100尾)、及び放流種苗の同一ロット個体(46日齢、19尾)のサンプルを用いたDNAの抽出とマイクロサテライトDNA(以下、MS-DNA)分析を株式会社日本総合科学へ委託した。DNAの抽出には、仔魚は全魚体、成魚は筋肉片を使用した。

遺伝標識として使用するマーカーは、Kitanishi *et al.* (2014)¹⁾及びSato *et al.* (2018)²⁾に示された20個を選定した。これらのマーカーから8個を選出し、各マーカーにおいて親魚のアリルが種苗に共有されているか確認することによって親子判定を行い、より親子判定の精度が高い組み合わせを検討するとともに、放流種苗(100尾)を用いて有効標識率(血縁関係が確認された尾数 / 検査尾数 × 100) (%)を算出した。また、放流種苗の同一ロット個体を用いて標識の有用性を確認した。

E. 放流魚の混入率調査

上記ソリネット標本、刺網標本及び市場標本についてMS-DNA分析を実施し、先に選出したマーカーを使用して親魚との血縁関係を調べた。親魚

のアリルが共有されていれば、放流個体と判定した。

また、親子判定の結果から、地域別及び月別の混入率(再捕尾数 / 標本数 × 100) (%)を算出した。

2. クルマエビ

1) 種苗放流

公益社団法人山口県栽培漁業公社で生産されたクルマエビ種苗(平均体長37.03 mm)を、2024年7月15日に中津市小祝沖の干潟域に設置した囲い網内に収容し、種苗を馴致させた。1週間後の7月22日に囲い網を撤去し、580千尾の種苗を放流した(表1)。放流を行った地点の位置を図3に示す。



図3 クルマエビ種苗放流地点(●)

※海洋状況表示システム (<https://www.msil.go.jp/>) を加工して作成

2) 追跡調査

A. 試験操業による滞留状況調査

中津市地先にて、種苗放流直前、放流直後、放流3、5、8週間後の計5回、ソリネット(開口部1.3 m、目合い約4 mm)を約3ノットで2分間曳網して、放流種苗の再捕による滞留状況の調査を行った(ソリネット標本)。また、放流1ヶ月後に一度、同地点において刺網(1反約20m、1.1寸目、網丈約50 cmの刺網を10反使用)による放流種苗の再捕を試みた(刺網標本)。採捕したクルマエビは、測定後にエタノール固定によって保存し、DNA分析に用いた。

B. 標本調査

放流2か月後である9月から翌年3月まで、宇佐市地先にて小型底びき網漁船による試験操業を月に1~4回実施し、放流種苗の再捕を試みた。採捕し

たクルマエビ(漁獲物標本(試験操業))は、精密測定後に鰓組織を採取し、エタノール固定によって保存した後、一部をDNA分析に用いた。

さらに、放流翌月の7月から同年10月の間に県漁協宇佐支店の小型底びき網漁業で漁獲されたクルマエビ(漁獲物標本(宇佐小底))と、同年9～10月に県漁協姫島支店の刺網漁業で漁獲されたクルマエビ(漁獲物標本(姫島刺網))をサンプリングし、精密測定後に鰓組織を採取してエタノール固定した後、一部をDNA分析に用いた。

C. 放流魚の混入率調査

滞留状況調査及び標本調査にて得られた標本と放流種苗495尾のサンプルを用いたDNAの抽出、ミトコンドリアDNA(以下、mtDNA)分析、及びMS-DNA分析を株式会社日本総合科学へ委託した。DNAの抽出には、全長30 mm未満の個体は全魚体、全長30 mm以上の個体は鰓組織を使用した。

なお、今回は種苗生産に使用した親エビの体組織サンプルが入手できなかったため、親子判定ではなく、兄弟姉妹判定を試みた。使用するマーカーは、Moore *et al.* (1999)⁷⁾に示された8個のマーカーを選定した。

また、放流効果を推定するため、兄弟姉妹判定結果のうち、漁獲物標本(試験操業)の再捕尾数から、宇佐における月別混入率(再捕尾数 / 調査尾数 × 100) (%) を算出した。また、漁獲物標本(姫島刺網)の再捕尾数から、姫島における月別混入率(再捕尾数 / 調査尾数 × 100) (%) を算出した。

事業の結果

1. マコガレイ

2) 追跡調査

A. 試験操業による滞留状況調査

マコガレイ採捕の結果を表2に示す。ソリネット標本は、日出町大神地先で放流直後に8尾、守江湾で放流直後及び放流2週間後に1尾ずつの計10尾採捕された。このうち大神地先にて採捕された個体は、放流種苗と同等と思われる体サイズであったのに対して、守江湾にて採捕された個体は、その大きさから天然個体であると推測された。

また、刺網標本は守江湾で実施した3月13日の調査にて、2尾採捕された(表2)。これらのマコガレイの耳石から年齢査定を行った結果、2尾とも1歳魚であることが確認された。

B. タイムラプスカメラ調査

放流直後から2025年3月末までに撮影された画像をすべて確認したところ、4月25日の朝方に1尾、4月30日の夕方に1尾、5月2日の朝方に1尾が撮影され、いずれも薄暮期に活動している様子が確認された。5月3日以降は、マコガレイの姿は確認されなかった。

C. 標本調査

市場標本(計25尾、全長130 mm～423 mm)の耳石観察によって得られた年齢組成を図4に示す。すべての個体は1歳以上であり、今年度放流群と同年齢の当歳魚は確認されなかった。また、10月

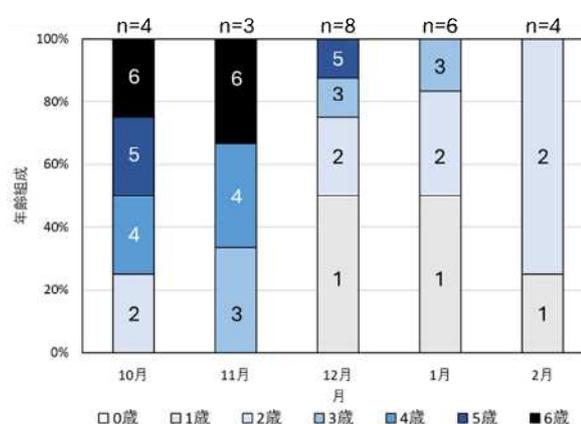


図4 マコガレイの年齢組成(日出、10～2月)

及び11月は3歳以上の個体が60%以上を占めたが、12月以降は1、2歳魚が70%以上を占めており、本県における過去の傾向⁸⁾と同様であった。

D. DNAマーカー標識の有用性の検討

使用したマーカーの一覧ならびに各々のデータ未検出個体数、アレル数、遺伝型の重複数を表3に示す。このうち、未検出個体数が6以下であり、アレル数が6以上、且つ遺伝型の重複が無い8マーカー(Py04、Py05、Py015、Py031、Py033、Py039、Py040、Py042)を用いて親子判定を実施した。

その結果、種苗100尾のうち98尾において親魚との血縁関係が確認されたことから、有効標識率を98%とした。また、放流種苗の同一ロット個体19尾のうち、すべての個体において親魚との血縁関係が認められ、標識の有用性が確認された。

E. 放流魚の混入率調査

ソリネット標本のマコガレイ10尾のうち、8尾において親魚との血縁関係が確認された。これらはすべて日出町大神地先において採捕された個体で

あった。また、刺網標本2尾及び市場標本25尾には、放流個体は含まれておらず、いずれの月及び地点においても混入率は0.0%であった。

DNA分析によって親子関係が確認されなかった個体は、体サイズ及び年齢からいずれも天然個体と考えられるため、今回選出したマーカーが放流個体の識別に有用であることが確認された。

2. クルマエビ

2) 追跡調査

A. 試験操業による滞留状況調査

クルマエビ採捕の結果を表4に示す。ソリネット調査では、放流直後に1尾、放流8週間後に5尾採捕された。また、刺網調査では放流2か月後の9月27日の調査にて、1尾が採捕された。

B. 標本調査

漁獲物標本(試験操業)は2024年9月から2025年3月にかけて728尾、漁獲物標本(宇佐小底)は同年7月から10月にかけて470尾、漁獲物標本(姫島刺網)は同年9~10月に316尾の計1,514尾を得た(表6)。

周防灘で6~7月に放流したクルマエビの混入率は、周防灘では8月、姫島では9月がピークとなることから⁶⁾、標本調査で得られたサンプルのうち、8~10月に漁獲された857尾をDNA分析に供した。

C. 放流魚の混入率調査

使用したマーカーの一覧ならびに各々のデータ未検出個体数、アリル数、遺伝型の重複数を表5に示す。mtDNA分析の結果から放流種苗と同一ハプロタイプである標本を抽出し、MS-DNA分析による兄弟姉妹判定を実施した。

結果、滞留状況調査で採捕された7尾に放流個体は混入しておらず、標本調査で採捕され分析に供した857尾のうち、7尾が放流種苗と完全同胞である放流個体と判定された(表7)。これらの同胞個体の測定結果を表8に示した。親子と判定されたクルマエビのうち3尾が雌であり、すべての個体で交配栓が確認された。

月別混入率は、宇佐において8月は0.0%、9月は1.6%、10月は0.0%であった。姫島においては、9月は0.0%、10月は1.7%であった。

また、漁獲物標本の月別体長組成を図5及び図6に示す。再捕された放流個体は、放流2か月後には128 mm~151 mm、放流3か月後には134mm~143 mmまで成長しており、同時期における天然クルマエビの成長⁹⁾と比較して良好であった。

今後の課題

種苗放流による資源増大には、放流魚の漁獲という直接的な効果と再生産を含めた間接的な効果がある。これらの効果を推定するにあたり、これまで様々な標識が開発・使用されているが、このうち遺伝標識では、標識作業を伴わず魚体を傷つけないため、より大量で健全な種苗の追跡調査が可能となる。

今回、マコガレイの有効標識率は98%と高く、遺伝標識として十分に使用可能であることが確認された。一方で100%とはならなかった原因は、分析エラーであると考えられた^{10,11)}。今後は分析ミスを減らすよう努める必要がある。

マコガレイは放流1、2年後から漁獲へ加入することが見込まれるため、来年度以降の漁獲物に対する遺伝標識分析が放流効果を把握するにあたって重要となる。

クルマエビは9月に周防灘で、10月には国東半島沖を東へ移動し姫島において漁獲されており、これは過去の傾向⁶⁾と同様であった。今回の調査により、放流地点からの移動及び再捕時の体サイズを推定することができたため、次年度以降の調査においては、より効率的な分析が可能となると見込まれる。

また、再捕された雌のクルマエビには交配栓が確認されたことから、放流種苗が再生産に寄与しており、間接効果が期待される。

今年度は親エビの体組織が確保できなかったため、兄弟姉妹判定により本来の再捕結果や混入率が過小に算出していると考えられた。次年度以降は親エビの体組織を確保し、より確実な親子判定を実施することが課題である。

次年度以降も当該魚種の放流効果調査を継続することによって、より効果の高い放流場所・放流時期・放流手法の検討や、環境変化に適応した放流魚種の検討を継続していく必要がある。

謝辞

本調査を実施するにあたり、多大なご助言を賜りました、国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産技術研究所 菅谷琢磨グループ長へ心より感謝申し上げます。

文献

1) Kitanishi, s., A. Fujiwara, M. Hori, T. Fujii and M. Hamaguti (2014) Isolation and characterisation of 23 microsatellite markers for marbled sole, *Pleuronectes yokohamae*. *Conserv. Genet. Resour.*, **6**, 951-953.

2) Sato, M., S. Kitanishi, M. Ishii, M. Hamaguchi, K. Kikuchi and M. Hori (2018) Genetic structure and demographic connectivity of marbled flounder (*Pseudopleuronectes yokohamae*) populations of Tokyo Bay. *J. Sea Res.*, **142**, 79-90.

3) Sugaya T., M. Ikeda and N. Taniguchi (2002) Relatedness structure estimated by microsatellite DNA markers and mitochondrial DNA polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism analyses in the wild population of kuruma prawn *Paenius japonicus*. *Fish. Sci.*, **68**, 793-802.

4) 佃 政則, 大隈 斉, 菅谷琢磨. 佐賀県有明海域におけるDNAマーカーを用いたクルマエビ種苗の放流効果. 佐賀県有明水産振興センター研究報告2013 ; **26**, 49-55.

5) 山本昌幸, 野口大毅, 小畑泰弘, 菅谷琢磨, 高木基裕. 瀬戸内海東部海域におけるDNAマーカーによるクルマエビの放流効果推定. 水産増殖, 2014 ; **62**, 393-405.

6) 畔地和久, 徳丸泰久. 周防灘大分県海域に馴致放流したクルマエビの放流効果. 大分県農林水産研究指導センター調査研究報告 (水産) 2012 ; **2** : 13-19.

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

8) 和田 宗一郎. 生息南限海域に分布するマコガレイの生態に関する研究. 大分県農林水産研究指導センター研究報告 2023 ; **8**, 1-49.

9) 倉田博. クルマエビの生活. 「さいばい業書クルマエビ栽培漁業の手引き」 (クルマエビ栽培漁業の手引き検討委員会編) 日本栽培漁業協会, 東京. 1986 ; 9-12.

10) 北田修一. 放流効果の推定と遺伝標識 : 現状と課題. 平成24年度水産総合研究センター増養殖技術セミナー「放流効果判定のためのDNA標識技術」要旨集, 2013, 59-72.

11) 関野正志. 放流種苗追跡におけるマイクロサテライトDNAとミトコンドリアDNAマーカーの長所と短所. 平成24年度水産総合研究センター増養殖技術セミナー「放流効果判定のためのDNA標識技術」要旨集, 2013, 33-44.

表1 マコガレイ及びクルマエビの放流情報

魚種	放流日	放流場所	放流手法	放流尾数 (千尾)	平均体長(mm)	備考
マコガレイ	2024/4/15	日出町豊岡漁港	岸壁からの直接放流	76	20.8	
		日出町大神漁港	岸壁からの直接放流	25	20.8	
	2024/4/16	日出町大神地先	船上からの直接放流	101	20.8	
	2024/4/26	杵築市灘手地先	船上からの直接放流	50	23.7	
		県漁協杵築支店前	岸壁からの直接放流	50	23.7	
クルマエビ	2024/7/22	中津市小祝沖	囲い網による馴致	580	37.0	7/15囲い網収容

表2 滞留状況調査によるマコガレイの採捕結果

操業形態	調査日	調査時期	地点	全長(mm)	体長(mm)	体重(g)	備考			
ソリネット	2024/4/18	放流直後	大神地先	25.8	21.0	0.2				
				22.6	18.5	0.2				
				21.1	17.3	0.1				
				20.1	16.4	0.1				
				25.5	21.2	0.2				
				22.0	16.9	0.1				
				19.6	16.5	0.1				
				19.1	15.8	0.1				
				2024/5/1	放流直後	守江湾	87.7	54.7	8.5	
				2024/5/8	放流2週間後	守江湾	65.1	43.5	4.2	
刺網	2025/3/13	放流11ヶ月後	守江湾	194.0	157.0	112.6				
				287.0	233.0	347.5				

表3 マコガレイのDNA分析で使用した各マーカーの分析結果

Locus	マーカー									
	Pyo04	Pyo05	Pyo06	Pyo15	Pyo31	Pyo32	Pyo33	Pyo34	Pyo35	Pyo36
Accession no.	AB914779	AB914780	AB914781	AB914790	AB983178	AB983179	AB983180	AB983181	AB983182	AB983183
データ未検出個体数	1	3	1	2	4	14	3	7	33	16
アレル数	25	11	5	16	15	21	27	19	10	24
遺伝型の重複数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

Locus	マーカー									
	Pyo37	Pyo38	Pyo39	Pyo40	Pyo41	Pyo42	Pyo43	Pyo44	Pyo45	Pyo46
Accession no.	AB983184	AB983185	AB983186	AB983187	AB983188	AB983189	AB983190	AB983191	AB983192	AB983193
データ未検出個体数	39	100	6	4	11	5	71	36	56	28
アレル数	29	22	15	19	25	22	38	17	24	27
遺伝型の重複数	4	2	0	0	1	0	7	0	1	1

表4 滞留状況調査によるクルマエビの採捕結果

操業形態	調査日	調査時期	地点	体長(mm)	頭胸甲長(mm)	体重(g)	備考
ソリネット	2024/7/23	放流直後	中津	93.6	25.4	9.2	
				81.2	22.6	10.3	
	2024/9/18	放流8週間後	中津	65.8	20.1	7.8	
				114.9	28.9	14.5	
				69.4	20.3	8.6	
			54.1	15.1	7.3		
刺網	2024/9/27	放流2ヶ月後	中津	88.4	24.6	7.8	

表5 クルマエビのDNA分析で使用した各マーカーの分析結果

Locus	マーカー							
	AQZI9_46	AUT2R_123	AXKFQ_55	CSPJ002	CSPJ012	Mja06	Mja22	Mja4_04
データ未検出個体数	0	0	1	0	1	28	0	2
アレル数	14	28	36	50	47	88	48	68
遺伝型の重複数	0	3	0	0	0	7	0	1

表6 標本調査によるクルマエビの採捕尾数

地点	漁獲物標本の種類	(尾)									
		7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
宇佐	試験操業	-	-	243	283	142	22	6	0	32	728
	宇佐小底	100	100	138	132	-	-	-	-	-	470
姫島	姫島刺網	-	-	199	117	-	-	-	-	-	316
	計	100	100	580	532	142	22	6	0	32	1,514

表7 クルマエビのDNA分析結果

地点	漁獲物標本の種類	(尾)		
		8月	9月	10月
宇佐	試験操業	-	167 (3)	136 (0)
	宇佐小底	100 (0)	138 (2)	未確認
姫島	姫島刺網	-	199 (0)	117 (2)

※数字は分析した尾数、括弧内はうち放流個体と診断された尾数

表8 放流個体と判定されたクルマエビの測定結果

再捕日	調査時期	地点	測定項目				
			体長 (mm)	頭胸甲長(mm)	体重 (g)	性別	交接栓
2024/9/26	放流2か月後	宇佐	140.9	39.1	31.5	雄	-
		宇佐	139.7	38.4	33.6	雌	有
		宇佐	150.6	42.9	41.0	雌	有
2024/9/27	放流2か月後	宇佐	151.8	43.3	43.0	雌	有
		宇佐	128.8	36.3	23.5	雄	-
2024/10/25	放流3か月後	姫島	134.6	37.1	28.1	雄	-
		姫島	144.0	39.8	34.4	雄	-

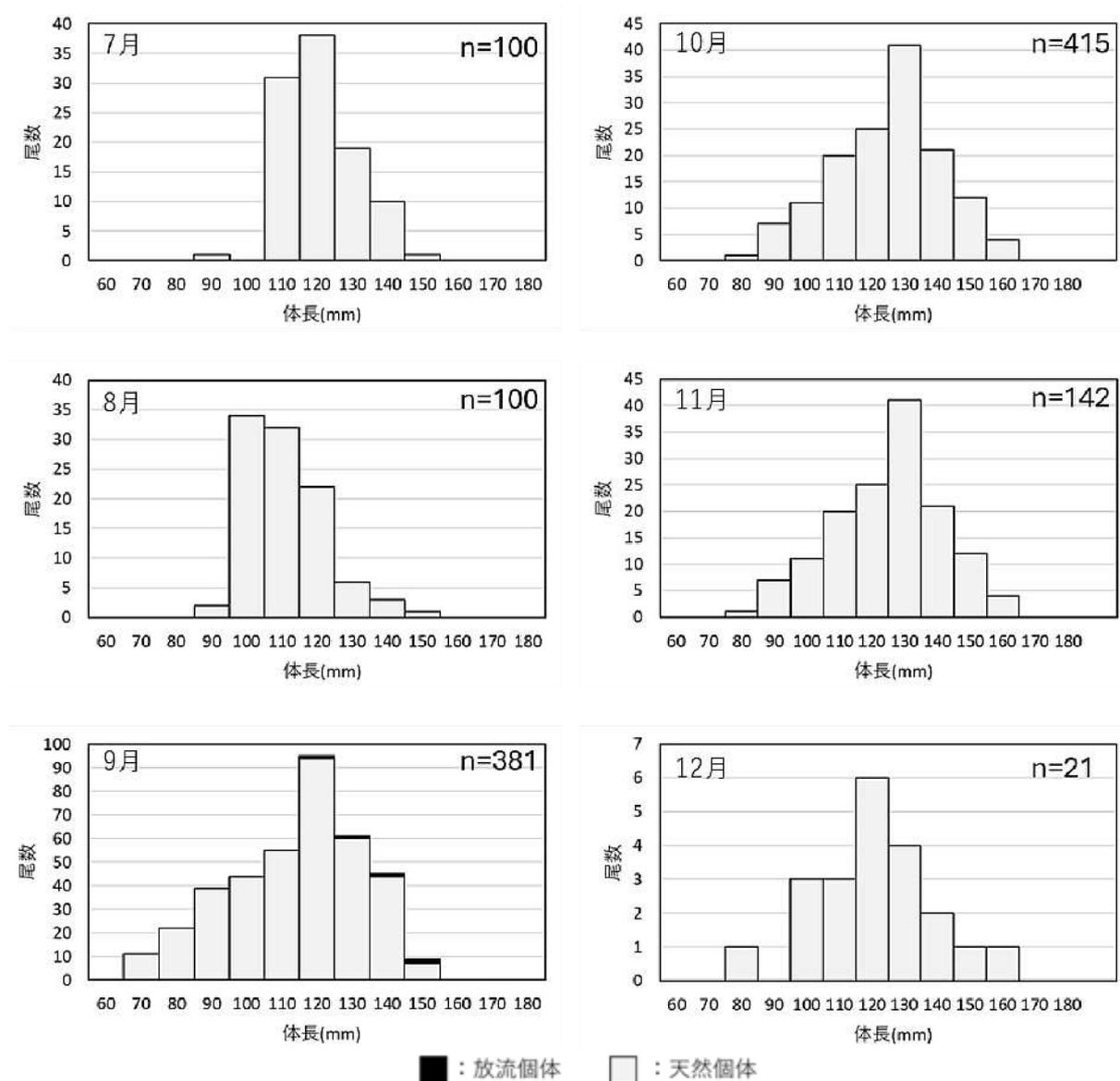


図5 宇佐において漁獲されたクルマエビ標本の月別体長組成

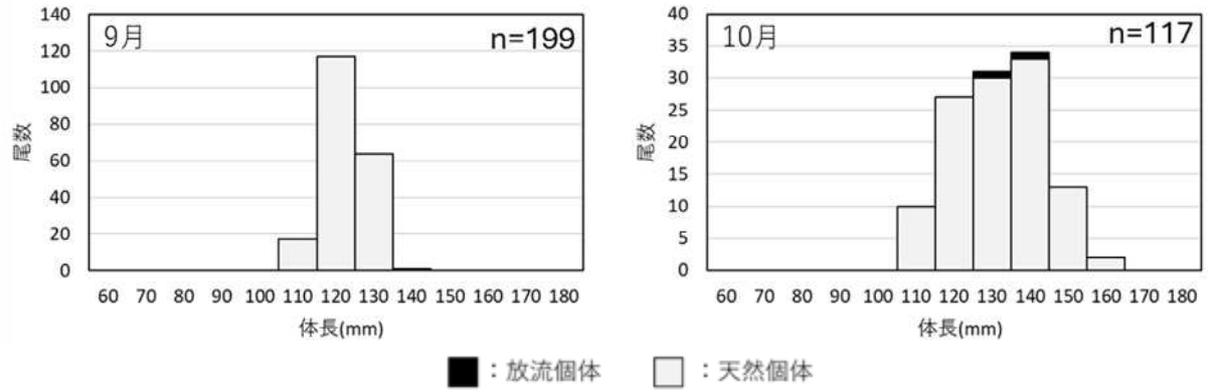


図6 姫島において漁獲されたクルマエビ標本の月別体長組成