

資源研究部

沿岸資源動向調査 (県 単)

平成 28 (2016) ~
令和 2 (2020) 年度

(浮遊期仔稚魚類の出現状況調査)

緒 言

熊本県沿岸域の有用魚介類の資源状態を把握するため、浮遊期仔稚魚類の出現状況を調査した。

方 法

- 1 担当者 上原大知、荒木希世、
根岸成雄、松島正三、淵田智典、徳永幸史、海付祥治、山内竜一 (調査船「ひのくに」)

2 調査内容

平成 31 年 (2019 年) 4 月から令和 2 年 (2020 年) 3 月の期間において、図 1 及び表 1 に示す調査定点で月に一回、仔稚魚の採取および水温・塩分の測定 (JFE アドバンテック社製 ASTD687) を行った。

仔稚魚の採取は、稚魚ネット (口径 130cm、NMG54 オープニング 315 μ m) を用い、調査船「ひのくに」(49t) の船尾で、速度対水 2 ノット程度、5 分間、表層 (水深 0~2m) と中層 (水深 5~30m) を水平曳きした。濾水量の測定には、プラスチック製プロペラ式濾水計 (離合社製 2030R) を使用した。

得られた仔稚魚は、地点ごとに表層と中層を合わせた 1 サンプルとし、船上で 37%ホルムアルデヒド水溶液 (工業用ホルマリン原液) を当該液の体積比率が 5~10%になるよう添加して持ち帰った。仔稚魚の種の同定および計数 (以下、「分析」と言う。) は民間会社に委託した (表 2)。なお、種まで同定できなかった個体については、目、科、属の階級までの同定に留め、それぞれの階級を一つの種として取扱い、集計を行った。

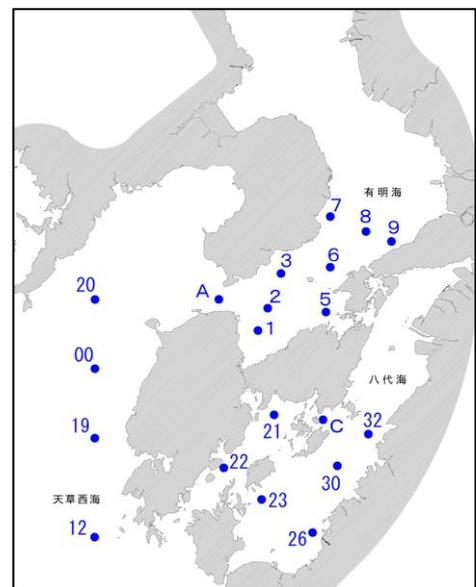


図 1 調査定点

(数値は調査実施定点数を示す)

表 1 調査計画

海域名	調査 定点数	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年計
有明海	9	9	調査なし	9	18									
八代海	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	84
天草海	4	4	4	4	4	4	4	4	4	調査なし	調査なし	調査なし	4	36
合計	20	20	11	11	11	11	11	11	11	7	7	7	20	138

表 2 分析委託した定点

海域名	有明海									八代海					天草海					
	01	02	03	05	06	07	08	09	A	21	22	23	26	30	32	C	00	12	19	20
調査定点																				
分析委託 定点		○			○		○		○		○		○		○	○	○	○		

結果

調査実施日等を表3に示した。令和元年度（2019年度）調査分では、卵が全体で18種類、仔稚魚が全体で93種類が採取された。平成29年度（2017年度）調査の結果（卵21種類、仔稚魚110種類）や平成30年度（2018年度）調査の結果（卵21種類、仔稚魚107種類）と比較すると、卵・仔稚魚ともに種数が減少した。また、マイワシ（類似卵含む）やヒラメの卵は採取されなかった。さらに、マダイ仔稚魚が全海域で採取されなかったことに加え、天草西海で採取されていたムツやソウダガツオ属、ブリやカンパチ等のアジ科稚魚も採取されなかった。

表3 調査日および潮汐

		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
有明海	調査日	H31.4.16											R2.3.18
	潮	中潮											小潮
	月齢	10.8											23.5
八代海	調査日	H31.4.17	R1.5.22	R1.6.19	R1.7.17	R1.8.20	R1.9.13	R1.10.24	R1.11.12	R1.12.18	R2.1.15	R2.2.13	R2.3.19
	潮	中潮	大潮	大潮	大潮	中潮	中潮	若潮	大潮	小潮	中潮	中潮	長潮
	月齢	11.8	17.2	15.7	14.3	19.0	13.7	25.4	15.0	21.5	19.9	19.2	24.5
天草海	調査日	H31.4.19	R1.5.10	R1.6.18	R1.7.9	R1.8.26	R1.9.4	R1.10.23	R1.11.6				R2.3.17
	潮	大潮	中潮	大潮	小潮	若潮	中潮	長潮	小潮				小潮
	月齢	13.8	5.2	14.7	6.3	25.0	4.7	24.4	9.0				22.5

海域ごとに1,000 m³当たりの卵・仔稚魚の年間採取個体数が多かった上位5種について、各月の1海域当たりの出現密度を算出した（表4、5）。なお、四捨五入の関係で各月表示値と年平均は一致しないことがある。

各海域に共通してカタクチイワシの卵・仔稚魚が、また、八代海と天草海ではタチウオの卵・仔稚魚も上位に入った。

表4 令和元年度（2019年度）調査における卵の出現密度（個体/1,000 m³）

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均	順位
有明海														
コノシロ	323												323	1
カタクチイワシ	256												256	2
ネズッコ科	33	調査なし	調査なし	調査なし	調査なし	調査なし	調査なし	調査なし	調査なし	調査なし	調査なし	未分析	33	3
ボラ科	9												9	4
その他	179												179	-
八代海														
カタクチイワシ	4,100	2,119	4,890	995	2,600	465	362	21	0.2	1	2		1,414	1
ボラ科	1	1	0	0	0	0	0	0	1,092	120	534		159	2
コノシロ	588	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	未分析	53	3
タチウオ	10	70	92	96	148	67	33	9	14	8	12		51	4
ウナギ目	0	0	1	2	81	1	2	1	0	0	0		8	5
天草海														
カタクチイワシ	2,797	10,299	9,275	899	1	0	0	1					2,909	1
シイラ	0	0	0	81	2	1	0	0	調査なし	調査なし	調査なし	未分析	11	2
ウナギ目	2	0	6	27	13	29	2	3					10	3
タチウオ	0	0	0	1	1	14	27	38					10	4
ネズッコ科	2	0	0.4	2	0	0	0	5					1	5

表5 令和元年度（2019年度）調査における仔稚魚の出現密度（個体/1,000 m³）

有明海	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均	順位
カタクチイワシ	48	調査 なし	未分析	48	1									
カサゴ	1												2	
ミズハゼ属	1												2	
アラメガレイ属	0.2												4	
コノシロ	0.2												4	
ニベ科	0.2												4	

八代海	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均	順位
カタクチイワシ	103	51	314	287	4	65	2	7	0.4	0	0	未分析	76	1
カサゴ	4	0	0	0	0	0	0	0	16	81	169		24	2
ハゼ科	0	14	38	44	52	65	3	4	1	0	8		21	3
ウナギ目レプトセファルス幼生	0	0	0	78	19	20	1	1	0	0	0		11	4
テンジクダイ科	0	0	12	22	8	62	7	1	0	0	0		10	5

天草海	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均	順位
カタクチイワシ	1,028	333	291	589	5	34	4	2	調査 なし	調査 なし	調査 なし	未分析	286	1
タチウオ	0	0	0	0	81	11	20	32					18	2
カマス属	0	0	103	44	0	0	0	0					18	2
エソ科	0	0	6	88	9	1	0.4	0.4					13	4
ハゼ科	0	0	30	29	11	13	9	2					12	5

資源評価調査（委託） 平成12（2000）年度～継続

緒言

水産庁が実施する我が国周辺水域における水産資源の評価のため、水産庁の委託を受け、本県における対象魚種に関する生物情報収集調査等を実施した。

全国から得られたデータは、国立研究開発法人水産研究・教育機構が系群および魚種毎にとりまとめて資源解析を行い、「我が国周辺水域の資源評価」として水産庁が公表している。

方法

1 担当者 上原大知、宗達郎、荒木希世、木村修、

根岸成雄、松島正三、淵田智典、徳永幸史、海付祥治、山内竜一（調査船「ひのくに」）

2 調査内容

平成31年度資源評価調査に係る委託事業調査計画等に基づき、以下の調査を行った。

（1）漁獲量調査および精密測定調査

ア 県内主要漁業協同組合（芦北町、倉岳町、天草）において、マダイ、ヒラメ、タチウオ、トラフグ、ウマヅラハギ、キダイの漁獲量を水揚げ伝票により調査した。

イ 天草漁業協同組合牛深総合支所において、まき網漁業および棒受網漁業により漁獲されたマアジ、サバ類（マサバ、ゴマサバ）、イワシ類（マイワシ、カタクチイワシ、ウルメイワシ）の漁獲量、漁獲努力量を水揚げ伝票により調査するとともに、月1回程度サンプリングし、精密測定（全長、被鱗体長又は尾叉長、体重および生殖腺重量）を実施した。

ウ 八代海および東シナ海において延縄、吾智網、まき網および定置網漁業等により漁獲されたタチウオを月1回程度サンプリングし、精密測定（全長、肛門前長、体重および生殖腺重量）を行った。

エ 天草漁業協同組合深海支所において、4月に漁獲されたトラフグの体長と標識の有無を調査した。

オ 有明海沿海の福岡県、佐賀県、長崎県および熊本県において、ガザミの資源動向を把握するための調査を実施した。本県では、株式会社熊本地方卸売市場および天草漁業協同組合本渡支所において市場調査を実施した。併せて、別事業の有明海再生事業により天草漁業協同組合、沖新漁業協同組合、熊本北部漁業協同組合において、たもすくい網および固定式刺網漁業で漁獲されたガザミについて買い取り調査を実施し、雌雄別全甲幅長組成、雌雄別出現割合、雌個体の抱卵および卵色状況を調査した。

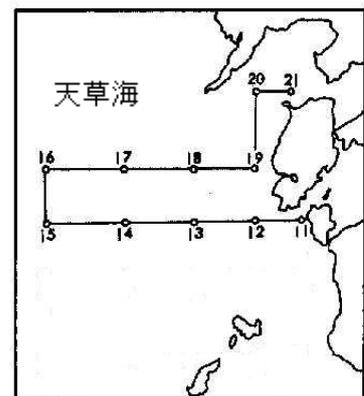


図1 観測調査地点

（2）沖合海洋観測および卵稚仔魚調査

本県の天草海域において、海洋環境の変化が資源へ及ぼす影響を調べるため、調査船「ひのくに」を用いて、水温、塩分等の海洋観測および卵稚仔魚の採取を平成31年(2019年)4月4～5日、6月4～5日、10月7～8日及び令和2年(2020年)3月3～4日の計4回は図1に示す12定点で、令和元年(2019年)5月10日、7月9日、8月3日、9月4日、11月6日、12月4日、令和2年(2020年)1月10日及び2月4日の計8回は図1のSt.20、00、19、12、11の3～5定点で調査した。

沖合海洋観測は、一般気象（気温、天候、風向、風速、気圧）および一般海象（水温、水色、透明度、波浪、うねり）を観測した。

また、卵稚仔魚調査は、マイワシ、カタクチイワシ、ウルメイワシ、サバ類（マサバ、ゴマサバ）、マアジ、ブリ、タチウオおよびスルメイカを対象とし、LNP ネット（口径45cm、網目 NGG54）を用いて水深150mから表面まで鉛直曳きで採集した。

ただし、150m以浅の海域では海底上5mから採集した。採集した試料の同定および計数は民間会社に委託して行った。

結果

1 漁獲量調査および精密測定調査

平成31年（2019年）4月～令和2年（2020年）3月の県内主要漁業協同組合における魚種別漁獲量を表1に示した。漁獲量は、タチウオ、キダイは前年を上回り、マダイ、ヒラメ、ウマヅラハギ、トラフグは前年並みであった。

精密測定調査は、平成31年（2019年）4月～令和2年（2020年）3月にマアジ279個体、サバ類447個体、マイワシ67個体、カタクチイワシ1,500個体、ウルメイワシ777個体、タチウオ464個体の合計3,534個体について行った。このうち、カタクチイワシのまき網および棒受網漁業における漁獲物の月別体長組成を図2と図3に示した。

表1 県内主要漁業協同組合における魚種別漁獲量（単位：トン）

魚種名	漁獲量	前年値(H30)
		前年比(R1/H30)
マダイ	353.2	366.5 96%
ヒラメ	98.3	93.2 105%
タチウオ	202	127.5 158%
ウマヅラハギ	1.3	1.3 100%
トラフグ	7.6	8.0 95%
キダイ	74.4	56.4 132%

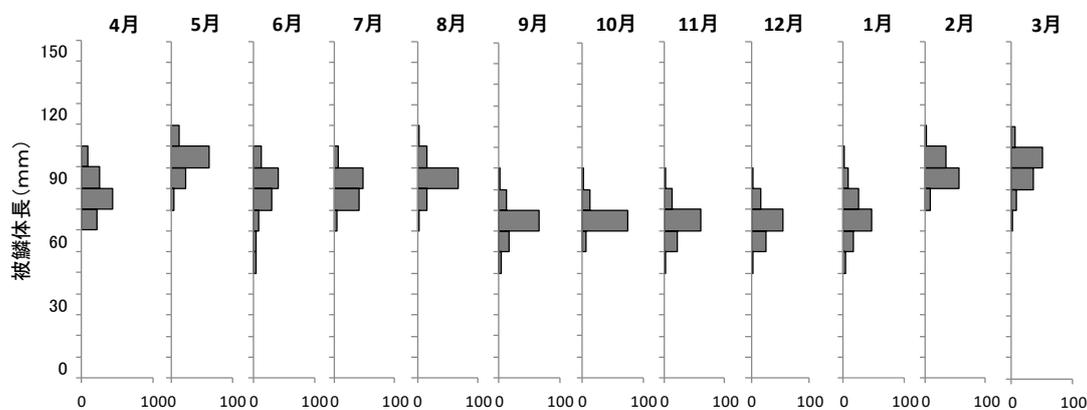


図2 まき網漁業におけるカタクチイワシ漁獲物の月別体長組成（横軸は頻度を示す）

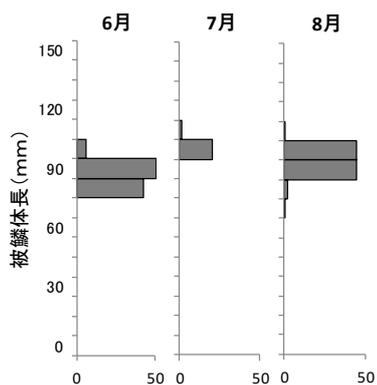


図3 棒受網漁業におけるカタクチイワシ漁獲物の月別体長組成（横軸は頻度を示す）

まき網漁業では被鱗体長 50～110mm の個体が、棒受網漁業では被鱗体長 70～110mm の個体が漁獲されており、棒受網漁業においては 6 月から 8 月にかけての漁獲のみであったが、まき網漁業の同時期と比較すると、大型の個体を漁獲していた（まき網：92±9 mm、棒受網：99±7mm、平均被鱗体長±標準偏差mm）。まき網漁業において、被鱗体長が 8 月の 95±6mm から 9 月の 75±6mm に小さくなり、10 月以降も平均被鱗体長が 70 mm 台であったことから、新規漁獲加入は 9 月にあったと考えられる。

まき網漁業の魚種別漁獲量を表 2 に、棒受網漁業の魚種別漁獲量を表 3 に示した。

まき網漁業は、年間 201 日間、延べ 724 隻（前年比 92%）が操業した。マアジは前年および平年*を下回り、サバ類は前年を下回り平年並みであった。また、マイワシは前年および平年を大幅に下回り、カタクチワシは前年および平年並みで、ウルメイワシは前年および平年を下回った。

棒受網漁業は、年間 98 日間、延べ 1,087 隻（前年比 103%）が操業した。マアジは前年を上回り平年を下回った。サバ類は前年および平年を上回り、マイワシは前年および平年を大幅に下回った。カタクチワシは前年および平年を下回り、ウルメイワシは前年並みで平年を下回った。

トラフグは、4 月 22 日に調査した 59 尾のうち 1 尾（左鰭切除個体）の外部標識個体を確認し、混入率は、1.7%であった（表 4）。なお、左胸鰭切除個体は長崎県が放流した個体で体長 433mm であった。

表 2 まき網漁業における魚種別漁獲量
(単位: トン)

魚種名	漁獲量	前年(H30)値	平年値
		前年比(R1/H30)	前年比
マアジ	69.3	218.7 32%	356.1 19%
サバ類	1521.5	2076.2 73%	1292.0 118%
マイワシ	2.1	14.4 15%	367.8 1%
カタクチワシ	3749.1	4432.1 85%	4510.9 83%
ウルメイワシ	1484.0	2010.1 74%	2957.4 50%

表 3 棒受網漁業における魚種別漁獲量
(単位: トン)

魚種名	漁獲量	前年(H30)値	平年値
		前年比(R1/H30)	前年比
マアジ	17.3	13.0 133%	29.8 58%
サバ類	385.1	230.2 167%	318.2 121%
マイワシ	22.4	46.2 48%	255.0 9%
カタクチワシ	379.7	682.7 56%	533.2 71%
ウルメイワシ	2045.7	2492.2 82%	2892.7 71%

表 4 天草漁業協同組合深海支所で
水揚げされたトラフグの調査結果

調査日	H31.4.15	H31.4.22
調査尾数	78	59
平均体長(mm)	400	424
最大体長(mm)	575	593
最小体長(mm)	328	318
無標識魚尾数	78	58
標識魚尾数	0	1
うち右鰭切除尾数	0	0
うち左鰭切除尾数	0	1
混入率	0.0%	1.7%

たもすくい網および固定式刺網漁業で漁獲されたガザミを令和元年（2019 年）5 月中旬～10 月中旬にかけて買い取り 2,090 尾を測定した。また、市場調査として、株式会社熊本地方卸売市場および天草漁業協同組合本渡支所において、平成 31（2019 年）年 4 月から毎月各箇所 1 回、延べ 24 回、943 尾を測定した。

たもすくい網および固定式刺網漁業における雌雄別全甲幅長組成の推移を図 4 に、市場調査における雌雄別出現割合と雌個体の抱卵および卵色状況の推移をそれぞれ図 5 と図 6 に示した。

調査期間を通じて全甲幅長 130～220mm の個体を中心に漁獲されていた。前年度までに得られた結果と同

様に、5～6月は雌の割合が9割と高く、7月以降は雄個体の割合が高くなり、10月は雌雄比が1：1であった。放卵個体（黒デコおよび黄デコ）は、5～10月に出現し、その割合は5月が79%と最も高く、その後は減少して10月は2%であった。

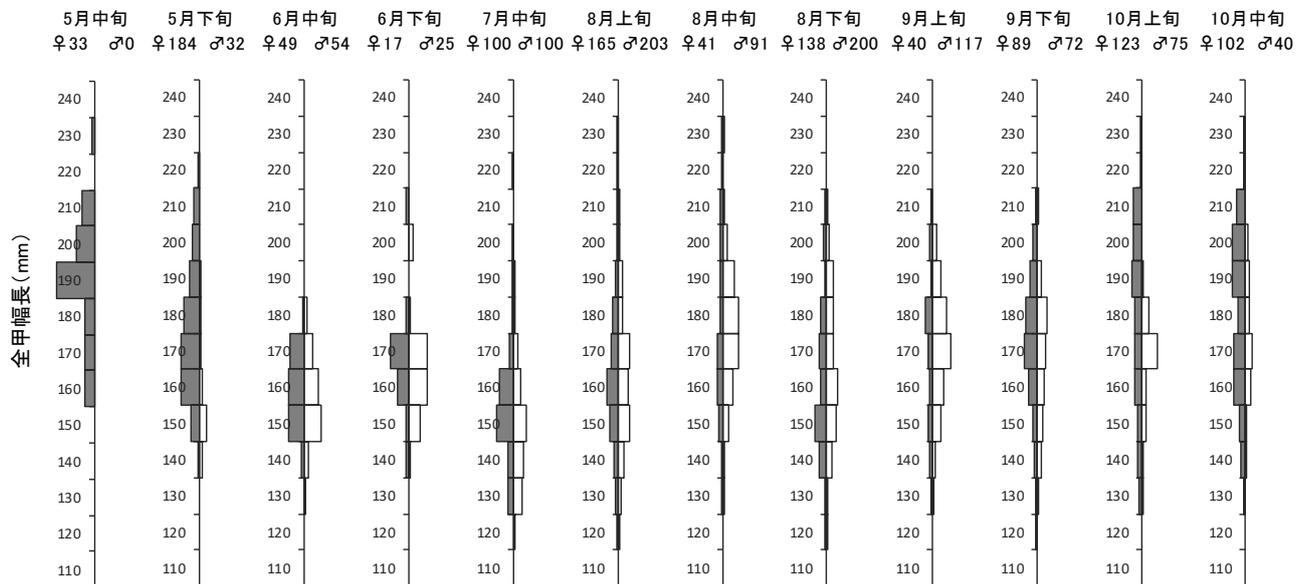


図4 たもすくい網および固定式刺網漁業における雌雄別全甲幅長組成の推移
(黒棒は雌、白棒は雄を示す)

(6/1-6/15は日本海・九州西広域漁業調整委員会指示(公的規制)による採捕禁止期間)

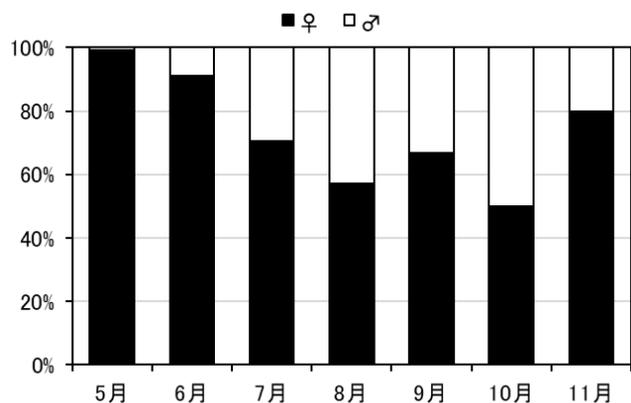


図5 市場調査における雌雄別出現割合の推移

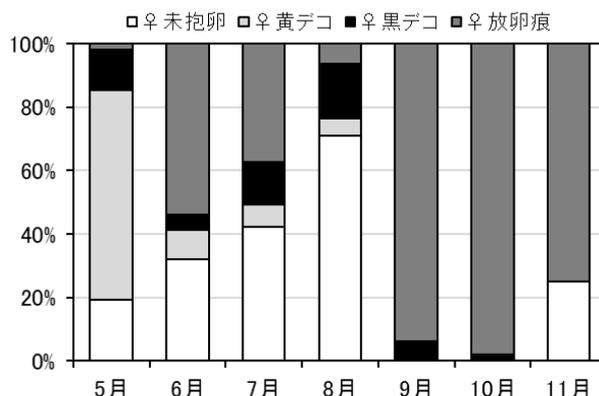


図6 市場調査における雌個体の抱卵および卵色の推移

(「抱卵痕」は腹部が黒変しているもの、「黒デコ」は黒色の卵を抱卵しているもの、「黄デコ」は黄色の卵を抱卵しているものを示す。)

* 「平年」とは、平成26(2014)～平成30(2019)年の5年平均を示し、「上回る」とは前年値又は平年値の120%以上、「下回る」とは前年値又は平年値の80%以下、「並み」とは前年値又は平年値の80～120%の範囲内を示している。

2 沖合海洋観測および卵稚仔魚調査

(1) 沖合海洋観測調査

観測結果を平均値（昭和 56（1981）～平成 22（2010）年の 30 ヶ年平均値）と比較すると、4 月は、水温が 0m、100m 層で「平年並み」、50m 層で「やや高め」、塩分は 0m、50m、100m 層で「平年並み」であった。6 月は水温、塩分ともに 0m、50m、100m 層で「平年並み」であった。10 月は、水温が 0m 層で「やや高め」、50m 層で「かなり高め」、100m 層で「平年並み」、塩分は 0m、100m 層で「平年並み」、50m 層で「かなり低め」であった。3 月は、水温が 0m、50m 層で「やや高め」、100m 層で「かなり高め」、塩分が 0m、50m、100m 層で「平年並み」であった。（表 5）

なお、4 月、6 月、10 月、3 月以外の月は平年値（昭和 56（1981）～平成 22（2010）年の 30 ヶ年平均値）の算出対象期間に観測を行っていないため比較していない。

表 5 沖合海洋観測結果及び平年値との比較

観測日	地点数	項目	水深	平均	平年比較	観測日	地点数	項目	水深	平均	平年比較		
2019.4.4 ～5	12	水温(°C)	0m	17.53	平年並み	2019.10.7 ～8	12	水温(°C)	0m	26.01	やや高め		
			50m	17.12	やや高め				50m	25.51	かなり高め		
			100m	16.26	平年並み				100m	19.79	平年並み		
		塩分	0m	34.62	平年並み			塩分	0m	33.49	平年並み		
			50m	34.62	平年並み				50m	33.63	かなり低め		
			100m	34.63	平年並み				100m	34.55	平年並み		
2019.5.10	5	水温(°C)	0m	18.60	—	2019.11.6	3	水温(°C)	0m	22.89	—		
			50m	18.14	—				50m	22.53	—		
		塩分	0m	34.36	—			塩分	0m	33.85	—		
			50m	34.54	—				50m	34.31	—		
2019.6.4 ～5	12	水温(°C)	0m	22.05	平年並み	2019.12.4	4	水温(°C)	0m	20.78	—		
			50m	19.75	平年並み				50m	20.69	—		
			100m	17.17	平年並み				塩分	0m	34.25	—	
		塩分	0m	34.36	平年並み			50m		34.27	—		
			50m	34.43	平年並み			2020.1.10		4	水温(°C)	0m	18.77
			100m	34.57	平年並み				50m			18.68	—
塩分	0m	24.80	—	塩分	0m	34.54	—						
	50m	20.54	—		50m	34.54	—						
	2019.7.10	3	塩分		0m	33.46	—	2020.2.4	4	水温(°C)	0m	17.18	—
50m				34.35	—	塩分	0m				34.47	—	
2019.8.3				4	水温(°C)		0m				28.42	—	50m
	50m	22.86	—				2020.3.3 ～4	12	水温(°C)	0m	16.76	やや高め	
	塩分	0m	33.28			—				50m	16.68	やや高め	
50m		33.91	—	100m	16.93	かなり高め							
2019.9.4		4	水温(°C)	0m	25.73	—	塩分	0m	34.40	平年並み			
	50m			20.61	—	50m		34.49	平年並み				
	塩分		0m	33.03	—	100m		34.59	平年並み				
			50m	34.25	—								

平年比較の発生頻度： 平年並み：およそ 2 年に 1 回、やや：およそ 3 年に 1 回、かなり：およそ 7 年に 1 回、甚だ：およそ 22 年に 1 回

(2) 卵稚仔魚調査

カタクチイワシは、卵は 4～10 月、12 月、3 月に、稚仔魚は 4～7 月、9～10 月に採取された。卵は 5 月の St. 00(99.28 個/m³)に、稚仔魚は 4 月の St. 21(25.41 個/m³)で最も多く採取された。

ウルメイワシは、卵は 4 月、8 月、1～3 月に、稚仔魚は 12～1 月に採取された。卵は 3 月の St. 18(0.32 個/m³)、稚仔魚は 1 月の St. 20(0.10 個/m³)で最も多く採取された。

マサバは、卵は 6 月の St. 17(0.05 個/m³)と 3 月の St. 18(0.11 個/m³)でのみ採取され、稚仔魚は採取さ

れなかった。

マアジは、卵は5月、7月、2月に、稚仔魚は4月、5月、3月に採取された。卵は2月のSt. 00(0.08個/m³)、稚仔魚は4月のSt. 21(0.11個/m³)で最も多く採取された。

タチウオは、卵は4月、6月、8～11月に、稚仔魚は4月、9～11月、1月に採取された。卵、稚仔魚とも10月のSt. 20(卵0.28個/m³、稚仔魚0.19個/m³)で最も多く採取された。

スルメイカ前期仔魚は3月のSt. 13(0.04個/m³)とSt. 16(0.03個/m³)でのみ採取された。

マイワシ、ゴマサバ及びブリは、卵、稚仔魚ともに本調査では採取されなかった。

さかながとれる豊かな海づくり事業Ⅰ（令 達 平成 26（2014）年度～）

（資源管理型漁業の推進Ⅰ）

緒 言

マダイ、ヒラメ、ガザミの資源管理型漁業を推進するため、資源管理の取組状況を確認した。

このうち、マダイ、ヒラメは平成 5 年度（1993 年度）に策定した熊本県広域資源管理推進計画における「マダイ全長 15cm 以下、ヒラメ全長 20cm 以下は再放流」を行う取組について、また、ガザミについては、平成 24 年（2012 年）3 月に公表された有明海ガザミ広域資源管理方針に基づき「全甲幅長 12cm 以下の小型ガザミは再放流」を行うなど、小型魚を保護する漁業者の自主的な取組について調査した。

方 法

- 1 担当者 木村 修、荒木希世、宗 達郎、上原大知
- 2 調査内容

（1）マダイおよびヒラメの全長制限に関する調査

マダイおよびヒラメの資源管理の取組状況を把握するため、株式会社熊本地方卸売市場、天草漁協本渡支所および天草漁協牛深総合支所（図 1）において、平成 31（2019）年 4 月から令和 2（2020）年 3 月にかけて、原則月 1 回、集荷された両種の全長を測定した。

（2）小型ガザミの保護に関する調査

ガザミの資源管理の取組状況を把握するため、株式会社熊本地方卸売市場および天草漁協本渡支所（図 1）において、平成 31 年（2019）年 4 月～令和 2 年（2020 年）3 月までの間、原則月 1 回、集荷されたガザミの全甲幅長を測定した。



図 1 調査位置図

結 果

1 マダイの全長制限に関する調査

6,494 尾を調査したところ、全長 15cm 以下のマダイは 1 尾（0.015%）であり、その全長は 15cm であった。

2 ヒラメの全長制限に関する調査

1,136 尾を調査したところ、全長 20cm 以下のヒラメは 0 尾で、最小サイズは 25cm であった。

3 小型ガザミの保護に関する調査

945 尾を調査したところ、全甲幅長 12cm 以下のガザミは 4 尾（0.42%）で、最小サイズは 12cm であった。以上の結果から、小型魚を保護する資源管理の取組みは概ね遵守されていると考えられた。

さかながとれる豊かな海づくり事業Ⅱ（令 達 平成 26（2014）年度～）

（資源管理型漁業の推進Ⅱ）

緒 言

熊本県資源管理指針において漁業種別資源管理の対象となっている漁業について、漁獲対象となる水産資源の基礎的生態等を把握し、資源管理方を提言するための資料を収集するため、いわし機船船曳網漁業の操業状況を調査した。

方 法

- 1 担当者 上原大知、荒木希世
- 2 調査内容
いわし機船船曳網漁業の操業状況調査
 - (1) 調査時期 令和元年（2019年）7月～令和2年（2020年）3月
 - (2) 調査場所 大道漁業協同組合、樋島漁業協同組合、天草漁業協同組合姫戸支所および龍ヶ岳支所の合計4カ所（図1）
 - (3) 調査方法
（2）の漁業協同組合に所属する船曳網漁業者各1名、合計4名に操業日誌への記録を依頼した。記載項目は、操業日時、操業海域、品目（シラス、イリコ）、水揚量、加工品総重量とし、水揚量（生の重量）が不明の場合は加工品総重量と換算係数から水揚量を推定した。



図1 調査場所

結 果

- 1 いわし機船船曳網漁業の操業状況調査
操業日誌への記録を依頼した4名のうち、1名は7月から3月にかけて探索船による魚群探索を行ったが、魚影が見当たらないという理由で操業を停止（年間漁獲実績0kg）した。以下、3名分の操業記録についてデータを整理した。
調査期間始めの7月は2名がイリコ漁、1名がシラス漁を実施しており、イリコ漁は8月中旬まで続いた。その後、9月下旬からシラス漁が始まり、最も長く漁を継続した1名は12月上旬まで操業していた。イリコ漁におけるCPUEは336～4,168kg/日/隻で推移し、調査期間中の総水揚量は53.8トンであった（図2）。シラス漁におけるCPUEは80～2,060kg/日/隻で推移し、調査期間中の総水揚量は31.7トンであった（図3）。

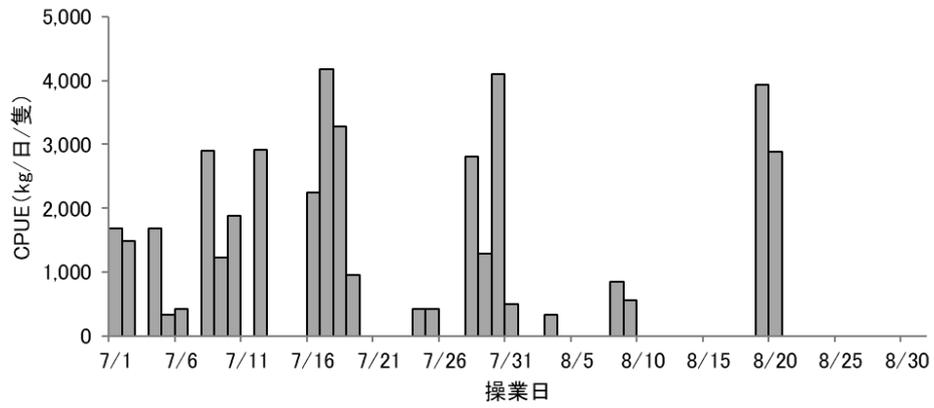


図2 イリコ漁における CPUE(kg/日/隻)

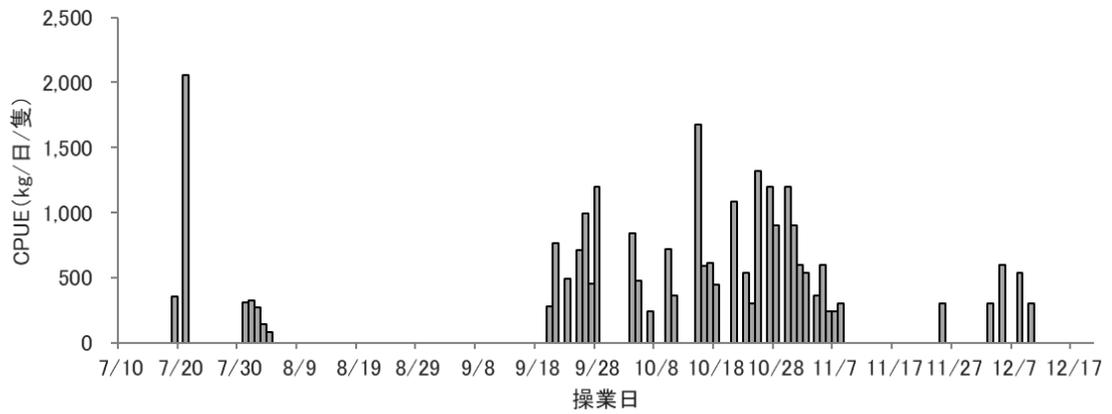


図3 シラス漁における CPUE(kg/日/隻)

さかながとれる豊かな海づくり事業Ⅲ (令 達)

平成 26 (2014) 年度～

(栽培漁業の推進)

緒 言

マダイ、ヒラメ、イサキ、ガザミの栽培漁業を推進するため、熊本県栽培漁業地域展開協議会（以下、「協議会」という。）が主体となり、人工種苗の中間育成、放流を実施している。当センターでは、放流後の人工種苗の混入状況を調査することにより、放流効果を把握した。

方 法

- 1 担当者 木村 修、荒木希世、宗 達郎、上原大知
- 2 中間育成・放流の状況等

マダイ、ヒラメ、イサキおよびガザミの中間育成中の管理、放流方法の指導は、協議会合同部会事務局（氷川町）が主体となり、公益財団法人くまもと里海づくり協会（以下、「協会」という。）が協力して実施した。

(1) マダイ

協議会は、協会が生産したマダイ種苗（全長 50mm：957,700 尾）を、22 漁協（支所を含む）と連携して、令和元年(2019年)7月9日から7月29日にかけて各地先に放流した。

(2) ヒラメ

協議会は、協会等で生産されたヒラメ種苗（全長 30mm：280,000 尾）を、6 漁協（支所を含む）が全長 50mm まで、10～30 日間の中間育成を行い、平成 31 年(2019年)4月11日から令和元年(2019年)5月3日にかけて各地先に放流した。（放流尾数：278,000 尾、中間育成における各漁協の全体の生残率、99%）。

また、協会が 50mm まで育成した種苗を 14 漁協（支所を含む）の地先に放流した。（放流尾数：399,600 尾）

(3) イサキ

協議会は、協会で生産されたイサキ種苗（全長 40mm：245,500 尾）を、天草漁協と連携して令和元年(2019年)8月1日および8月3日に五和と牛深の地先に放流した。

(4) カサゴ

協議会は、協会で生産されたカサゴ種苗（全長 50mm：82,000 尾）を、天草漁協、島子漁協、水俣市漁協と連携して平成 31 年(2019年)4月16日から4月25日にかけて5か所の地先に放流した。

(5) ガザミ

協議会は、協会で生産されたガザミ種苗（全甲幅長 10mm：521,700 尾）を、24 漁協（支所を含む）と連携して、令和元年(2019年)6月20日から7月16日にかけて各地先に放流した。

(6) 協会による鼻孔隔皮欠損率の調査

マダイおよびイサキは、天然魚では鼻孔隔皮の欠損は見られないが、人工種苗はその多く、または一部に欠損が見られることが知られている。この欠損の割合を用いて放流効果を算出するため、協会で生産されたマダイおよびイサキ種苗の鼻孔隔皮欠損状況を協会が調査した。

3 放流効果調査

放流効果を把握するため、平成31年(2019年)4月から令和2年(2020年)3月までの間、株式会社熊本地方卸売市場(熊本市)、天草漁協本渡支所(天草市本渡)および天草漁協牛深総合支所(天草市牛深)(図1)において、原則月1回、全長(マダイ、ヒラメ、イサキ)、尾叉長(マダイ、イサキ)、鼻孔隔皮欠損(マダイ、イサキ)、有眼側および無眼側の体色異常並びに尾鰭の色素着色(ヒラメ)を調査し、混入率を計算した。



図1 調査位置図

結果

放流効果調査の結果は、以下のとおり。

1 マダイ

調査したマダイ6,494尾の尾叉長組成を図2に示す。このうち鼻孔隔皮欠損魚は89尾で、その割合は1.4%であった。また、放流時の鼻孔隔皮欠損率を考慮して、Age-Length-Keyにより年齢別尾数を求め放流年群別に補正した放流魚の混入率は3.68%となった。本年度のマダイの鼻孔隔皮欠損率は、放流時に無作為に抽出して211尾調査した結果、47.4%であった。

参考として、平成24年(2012年)からの調査尾数、混入率および補正後混入率の推移を表1に示した。

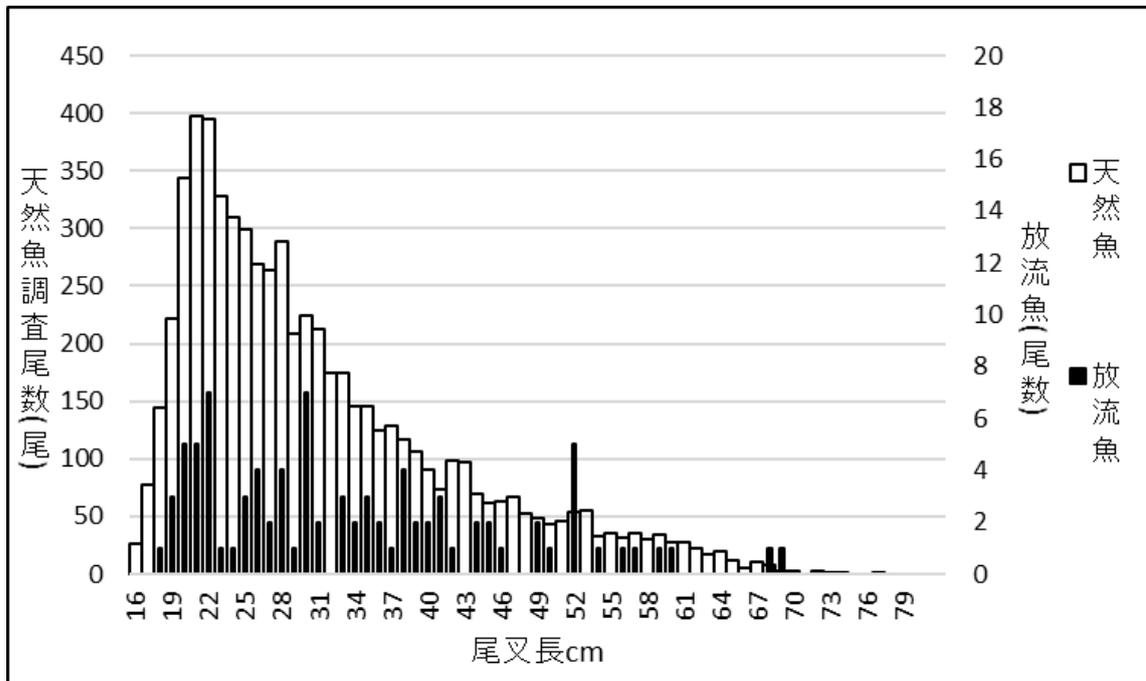


図2 調査したマダイの尾叉長組成

表1 マダいの調査尾数、混入率、補正後混入率

調査年度	平成 24	平成 25	平成 26	平成 27	平成 28	平成 29	平成 30	令和元
調査尾数	5,030	3,949	5,203	4,214	5,797	4,472	6,328	6,494
放流魚尾数	162	107	185	163	861	146	215	89
混入率 (%)	3.22	2.71	3.56	3.87	3.21	3.26	3.40	1.37
補正後混入率 (%)	6.77	4.53	5.09	5.66	5.02	6.15	7.12	3.68

2 ヒラメ

調査したヒラメ 1,136 尾の全長組成を図3に示す。このうち放流魚は 275 尾で放流魚の混入率は 24.21%であった。

参考として、平成 24 年（2012 年）からの調査尾数及び混入率の推移を表2に示した。

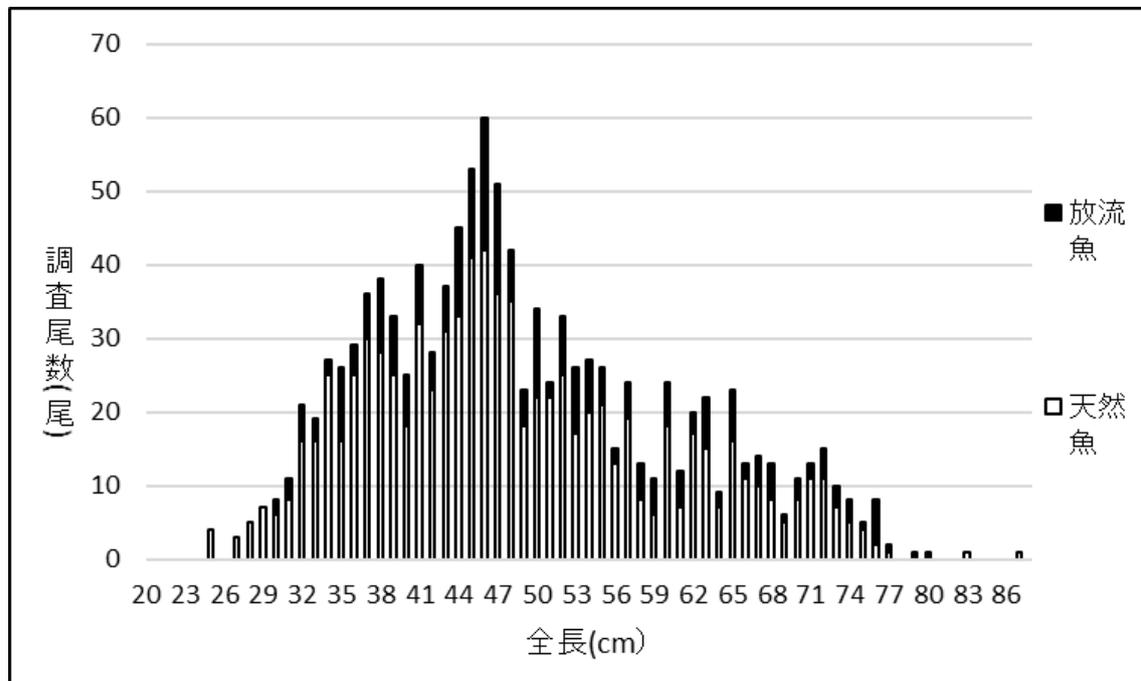


図3 調査したヒラメの全長組成

表2 ヒラメの年度別調査尾数、混入率

調査年度	平成 24	平成 25	平成 26	平成 27	平成 28	平成 29	平成 30	令和元
調査尾数	1,094	1,645	1,048	930	785	1,007	1,095	1,136
放流魚尾数	272	413	232	179	163	223	269	275
混入率 (%)	24.86	25.11	22.14	19.25	20.76	22.14	24.57	24.21

3 イサキ

調査したイサキ 4,398 尾の尾叉長組成を図4に示す。このうち放流魚は 12 尾で、その割合は 0.27%であった。また、調査魚の尾叉長組成を混合正規分布と仮定して年級群に分解し（図5）、放流魚の放流年度毎

の鼻腔隔皮欠損率で補正した混入率は0.94%となった。イサキの鼻孔隔皮欠損率は、放流時に無作為に抽出して215尾調査した結果、22.8%であった。

なお、漁獲の主体は2才～5才魚であった。直近3か年間の混入率を表3に示した。

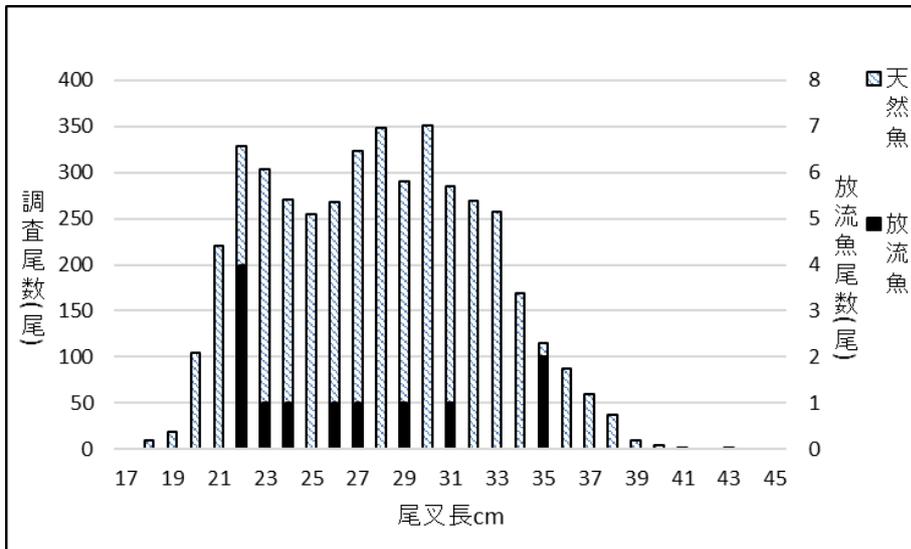


図4 調査したイサキの尾叉長組成

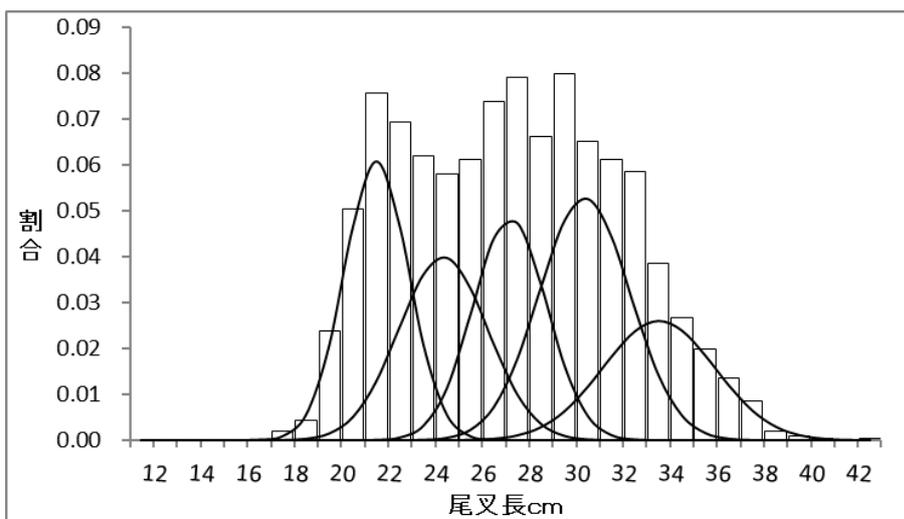


図5 調査したイサキの年齢組成

表3 イサキの調査尾数、混入率、補正後混入率

調査年度	平成 29	平成 30	令和元
調査尾数	2,341	2,391	4,398
放流魚尾数	6	15	12
混入率 (%)	0.26	0.63	0.27
補正後混入率(%)	0.73	2.30	0.94

さかながとれる豊かな海づくり事業Ⅳ（令 達 平成 26（2014）年度～）

（トラフグの放流効果の把握）

緒 言

東シナ海、五島灘、玄界灘海域で漁獲されるトラフグ（*Takifugu rubripes*）は、外海ものとして高値で取り引きされているが、近年の漁獲量は最盛期の10分の1以下と減少が著しい。そこで、平成18～22年度（2006～2010年度）に本県を含む関係各県が、新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「最適放流手法を用いた東シナ海トラフグ資源への添加技術への高度化」に共同で取り組み、種苗放流によるトラフグ資源の維持・回復を目指した。その成果として、放流適地、適正放流サイズ、産卵回帰の実態が判明した。

本県の有明海及び八代海においても、当歳魚を対象とした羽瀬網漁業や産卵回帰してきた親魚を対象としたひっかけ釣りの漁獲量は減少傾向にある。先の共同研究によって得られた知見を用いて、表1に示すとおり漁業者等による種苗放流によるトラフグ資源の維持・回復の取り組みが行われており、本研究では、その放流効果等について、調査を行った。本県において、平成18～30年度（2006～2018年度）（平成22年度（2010年度）実施せず）に実施した標識放流概要を表1に示す。なお、放流事業は、平成18～21年度（2006～2009年

表1 本県におけるトラフグ種苗の放流実績

年度	有明海 (尾) (放流箇所)	八代海 (尾) (放流箇所)	標識等
18	16,000	15,700 大道	右胸鰭カット+ALC染色 長崎県
19	19,162	16,370 維和島	右胸鰭カット+ALC染色 長崎県
20	18,630	18,100 維和島	右胸鰭カット+ALC染色 長崎県
21	16,200	15,400 松合	右胸鰭カット+ALC染色 長崎県
22	0	0	放流なし
23	22,500 佐伊津	22,500 松合	右胸鰭カット+ALC染色 天草漁協
24	22,500 佐伊津	22,500 松合	右胸鰭カット+ALC染色 天草漁協
25	17,000 佐伊津	17,000 松合	右胸鰭カット(10,000尾のみ)+ALC染色 天草漁協
26	14,000 長洲	18,000 松合	右胸鰭カット+ALC染色 天草漁協
27	18,000 長洲	13,000 松合	右胸鰭カット+ALC染色 天草漁協
28	18,000 長洲	18,000 松合	右胸鰭カット+ALC染色 天草漁協
29	16,500 長洲	16,500 栖本	右胸鰭カット+ALC染色 天草漁協
30	16,500 長洲	16,500 栖本	右胸鰭カット+ALC染色 天草漁協
R1	16,500 長洲	16,500 栖本	右胸鰭カット+ALC染色 天草漁協

度)が熊本県を含む8県と国立研究開発法人水産研究・教育機構が実施主体となり「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」により実施した。平成23～30年度（2011～2018年度）は九州海域栽培漁業推進協議会の構成員である天草漁協が事業実施主体となり「種苗放流による資源造成支援事業」により実施した。

方 法

- 1 担当者 木村 修、荒木希世
- 2 調査及び指導

(1) 標識放流

天草漁協が実施するトラフグ種苗の放流に際して、種苗育成中の飼育方法、ALC染色、放流場所の選定や放流作業について、天草市水産振興課、県天草地域振興局水産課と連携して指導した。

(2) 放流効果の把握

八代海の産卵場周辺を漁場としてトラフグ親魚を漁獲している天草漁協深海支所において、右胸鰭切除標識を指標とした標識放流魚の再捕調査を行った（図1）。



図1 調査位置図

また、再捕調査場所の水揚量、水揚尾数等を調べるため、伝票調査も併せて実施した。

なお、検出された標識魚は、耳石 ALC 染色標識のパターン（染色回数や標識径）から放流群を特定した。

結果

1 標識放流

天草漁協が民間業者に委託して生産し放流したトラフグ種苗は表2のとおりであった。種苗の全長70mmでの放流を目指したが、今年度は成長がよく、全長80mm以上での放流となった。

ALC染色は、栖本港放流分を1重、長洲港放流分を2重の染色を行った。

表2 平成30年度に放流したトラフグ種苗

放流場所 (放流日)	放流サイズ (平均全長、体重)	鰭カット部 位	ALC染色 全長(施行日)	放流尾数
長洲港(6月25日)	80.35mm、10.21g	右胸鰭	63mm(6月14日) 73mm(6月21日)	16,500
栖本港(6月26日)	82.80mm、11.87g	右胸鰭	63mm(6月14日)	16,500

2 放流効果の把握

天草漁協深海支所において平成31年(2019年)4月に2回調査を行い、合計137尾を計測したが、調査個体の平均全長は48.2cm、平均体長は41.1cmであった。平成29年度(2017年度)から3カ年の同支所での調査結果と比較すると(表3、図2)、漁獲サイズは、やや大型化の傾向が見られた。

令和元年度(2019年度)の深海支所における漁獲状況は、全漁獲尾数は530尾で前年度(H30:738尾)よりやや減少した。放流魚は、調査した137尾中左鰭カット魚が1尾のみであった(表4)。

表3 平成29年度～令和元年度の天草漁協深海支所で調査したトラフグの全長および体長

調査年度	平均		最大		最小	
	全長cm	体長cm	全長cm	体長cm	全長cm	体長cm
H29	46.1	38.6	65.0	56.0	38.0	30.5
H30	46.7	39.2	51.6	45.5	40.0	33.8
R1	48.2	41.1	69.5	59.3	38.6	31.8

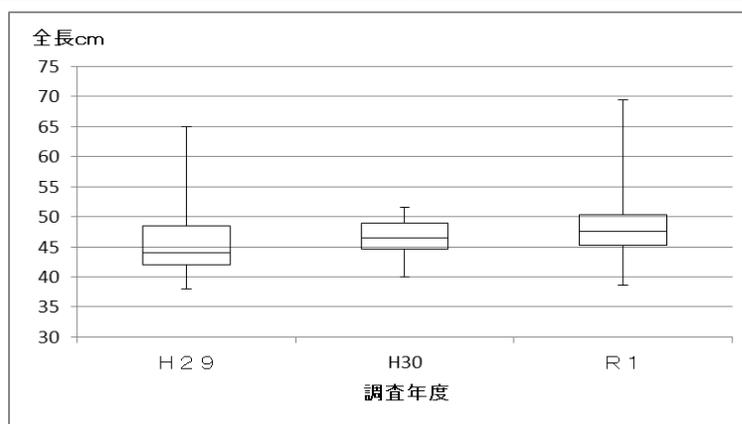


図2 平成29年～令和元年度の深海支所で調査したトラフグの全長の推移

表4 令和元年度の天草漁協深海支所における放流魚の漁獲状況

漁獲年度	漁獲量kg	漁獲金額(円)	漁獲尾数	調査尾数	胸鰭カット魚尾数		胸鰭カット魚の割合	放流魚の漁獲金額(円)
					右	左		
R1	1,241	3,047,004	530	137	0	1	0.7%	22,241

さかながとれる豊かな海づくり事業V (令 達 平成26 (2014) 年度～)

(ヒラメのAge-length keyの修正)

緒 言

本県海域のヒラメ (*Paralichthys olivaceus*) は、日本海西部・東シナ海系群 (以下、「系群」と言う。) に属している。これらの資源を管理し、有効活用していくため、国立研究開発法人水産研究教育機構 (以下、水研機構という) が中心となり、毎年、資源量の推定、資源評価が実施されている。この資源量推定値は、系群に属する各県の年齢別漁獲尾数等を用いて、Virtual Population Analysis (VPA) により算出されている。

系群の資源量推定精度を向上させるためには正確な年齢別漁獲尾数を算出する必要があり、熊本県海域におけるヒラメのAge-length key は平成15年度 (2003年度) から平成22年度 (2010年度) までのサンプル1917個体、平成23年度 (2011年度) サンプル741個体、平成24年度 (2012年度) サンプル41個体の合計1,699個体のデータで平成24年度 (2012年度) に作成されていたが、5才魚以上のデータが少なく高齢魚の年齢分解の精度に課題があった。このため、平成29年度 (2017年度) に大型魚のサンプルを採取し、令和元年度 (2019年度) に輪紋解析による年齢データが得られたため、これまでのデータに追加し、Age-length key の修正を行った。

方 法

- 1 担当者 木村 修、荒木希世
- 2 方法

(1) ヒラメ Age-length key の修正

平成30年 (2018年) 1月～3月に天草漁協牛深総合支所からヒラメ建網で漁獲されたヒラメを18尾購入し、全長、体長、体重、雌雄、生殖腺重量を測定し、耳石を採取した。採取した耳石は、水研機構西海区水産研究所に依頼して年齢査定を行った。

Age-length key の作成は、年齢毎に平均全長及び標準偏差を算出し、各年齢について階級幅を10mmとした階級値の正規分布の確率密度を算出し、各階級の確率密度にデータの個体数及び階級幅を乗じて頻度分布に直してAge-length key を作成した。使用した数式を下に示した。

$$P(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{1}{\sigma_i} \exp\left\{-\frac{(x-\mu_i)^2}{2\sigma_i^2}\right\} n_i \times 10 \quad x \text{は、全長の階級の下側の大きさ(mm)、} \mu_i \text{は、} i \text{才}$$

魚の平均全長、 σ_i は、 i 才魚の標準偏差、 n_i は、 i 才魚の個体数、10は階級の幅(10mm)

結 果

今回、データを追加したサンプル個体のデータを表1に、今回使用した全個体のパラメータを表2に示した。また、作成した各年齢毎の本県海域のヒラメ Age-length key を表3に、使用したヒラメの各年齢毎の全長の分布を図1に、その確率密度分布を図2に示した。今回、5才魚以上の高齢魚を18個体追加したことにより、5才魚以上の使用個体数が98個体となり、全サンプルの5.7% (98個体/1,717個体) と資源尾数の割

合に近づくことで大型個体の年齢分解精度が向上したと考えられる。しかし、依然として若齢魚のサンプル数に比べて特に6才魚以上のサンプル数が少ない。より正確な年齢別漁獲尾数を算出し、系群の資源量推定精度を向上させるためには、今後も大型の高齢魚のサンプルを追加していき、Age-length key を修正していく必要がある。

表1 追加したサンプル個体のデータ

No.	全長 (mm)	体長 (mm)	体重 (g)	体色異常 (-+)	尾鰭着色 - + ++ +++	雌雄 ♂:1 ♀:2 不明:3	生殖腺 重量(g)	GSI	耳石		年齢	備考	
									長軸 (mm)	短軸 (mm)		漁獲年月日	購入先
1	812	700	6,970	-	-	2	290.4	4.35	12.17	7.36	6	H30.1.18	牛深市場
2	843	732	7,175	-	++	2	259.0	3.74	14.57	8.90	5	H30.1.18	牛深市場
3	785	686	6,835	-	-	2	470.6	7.39	14.41	8.37	8	H30.1.18	牛深市場
4	763	655	6,025	-	++	2	227.2	3.92	13.25	7.14	5	H30.1.18	牛深市場
5	800	690	7,615	-	-	2	647.7	9.30	14.41	7.92	6	H30.1.18	牛深市場
6	868	747	8,345	-	-	2	788.6	10.44	13.65	8.20	8	H30.1.29	牛深市場
7	847	705	6,620	+	-	2	375.9	6.02	12.82	8.51	6	H30.1.29	牛深市場
8	802	676	7,500	-	-	2	458.1	6.51	11.99	8.12	7	H30.1.29	牛深市場
9	847	688	8,385	-	-	2	561.0	7.17	14.43	7.87	6	H30.1.29	牛深市場
10	805	685	6,295	-	-	2	525.3	9.10	13.45	8.37	8	H30.1.29	牛深市場
11	778	670	6,040	-	-	2	535.8	9.73	14.60	7.96	6	H30.2.9	牛深市場
12	768	635	6,445	+	++	2	447.0	7.45	12.13	7.42	5	H30.2.9	牛深市場
13	827	706	7,695	-	-	2	675.0	9.62	13.72	7.58	11	H30.2.9	牛深市場
14	858	716	8,290	-	++	2	607.5	7.91	14.91	8.19	12	H30.2.9	牛深市場
15	821	710	6,455	+	-	2	564.0	9.57	13.65	8.94	7	H30.2.9	牛深市場
16	915	795	7,045	+	++	2	178.0	2.59	15.14	9.16	7	H30.3.7	牛深市場
17	820	705	7,155	-	-	2	786.1	12.34	13.60	7.29	7	H30.3.7	牛深市場
18	885	770	7,530	-	-	2	446.0	6.30	16.72	8.61	13	H30.3.7	牛深市場

表2 使用した全個体のパラメータ

	輪紋数0	輪紋数1	輪紋数2	輪紋数3	輪紋数4	輪紋数5	輪紋数6	輪紋数7+
個体数	198	723	349	235	114	46	26	26
平均全長mm	214.45	397.69	505.81	538.27	606.03	673.43	734.73	792.69
標準偏差	44.36	65.70	75.16	77.50	91.28	95.89	102.55	81.89

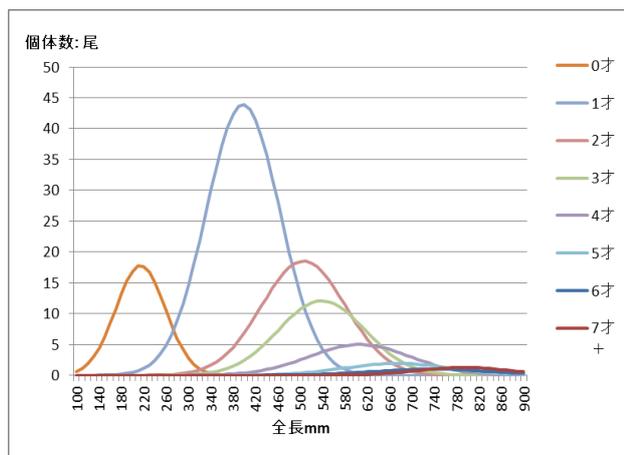


図1 使用したヒラメの各年齢毎の全長分布

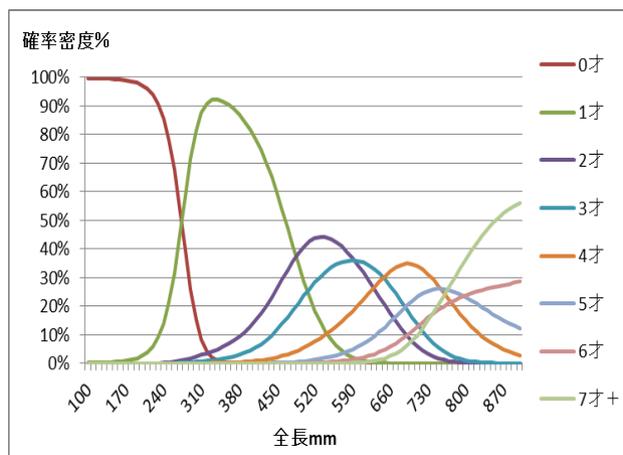


図2 ヒラメ全長の各年齢毎の確率密度分布

表3 熊本県海域のヒラメ Age-length key

全長 mm	年齢							
	0	1	2	3	4	5	6	7+
100	99.8%	0.2%						
110	99.7%	0.3%						
120	99.7%	0.3%						
130	99.6%	0.4%						
140	99.5%	0.5%						
150	99.4%	0.6%						
160	99.2%	0.7%						
170	99.0%	1.0%						
180	98.6%	1.4%						
190	98.1%	1.9%						
200	97.2%	2.7%						
210	95.9%	4.0%						
220	93.9%	6.0%	0.1%					
230	90.7%	9.2%	0.1%					
240	85.7%	14.0%	0.2%					
250	78.3%	21.3%	0.3%	0.1%				
260	67.8%	31.5%	0.6%	0.1%				
270	54.4%	44.4%	0.9%	0.2%				
280	39.7%	58.6%	1.3%	0.3%	0.1%			
290	26.1%	71.5%	1.9%	0.4%	0.1%			
300	15.5%	81.3%	2.4%	0.6%	0.1%			
310	8.5%	87.6%	3.0%	0.8%	0.1%			
320	4.4%	90.9%	3.6%	1.0%	0.2%			
330	2.1%	92.2%	4.3%	1.2%	0.2%			
340	1.0%	92.3%	5.0%	1.4%	0.2%			
350	0.5%	91.7%	5.9%	1.7%	0.3%			
360	0.2%	90.5%	6.9%	2.1%	0.3%			
370	0.1%	88.9%	8.0%	2.5%	0.4%			
380		87.0%	9.4%	3.1%	0.5%			
390		84.6%	11.0%	3.8%	0.6%			
400		81.8%	12.8%	4.6%	0.7%	0.1%		
410		78.5%	15.0%	5.6%	0.9%	0.1%		
420		74.6%	17.4%	6.8%	1.1%	0.1%		
430		70.1%	20.1%	8.2%	1.4%	0.1%		
440		65.1%	23.0%	9.9%	1.7%	0.2%		
450		59.6%	26.2%	11.8%	2.2%	0.2%		
460		53.6%	29.5%	13.9%	2.7%	0.3%	0.1%	
470		47.4%	32.7%	16.2%	3.2%	0.4%	0.1%	
480		41.0%	35.8%	18.7%	3.9%	0.5%	0.1%	
490		34.8%	38.5%	21.2%	4.7%	0.7%	0.1%	
500		28.9%	40.8%	23.7%	5.6%	0.8%	0.2%	
510		23.5%	42.6%	26.1%	6.6%	1.0%	0.2%	
520		18.7%	43.8%	28.3%	7.7%	1.3%	0.3%	
530		14.6%	44.3%	30.3%	8.9%	1.6%	0.3%	
540		11.1%	44.3%	32.0%	10.2%	1.9%	0.4%	
550		8.4%	43.6%	33.5%	11.6%	2.3%	0.6%	
560		6.2%	42.5%	34.6%	13.1%	2.8%	0.7%	0.1%
570		4.5%	41.0%	35.4%	14.7%	3.4%	0.9%	0.1%
580		3.2%	39.1%	35.9%	16.4%	4.1%	1.1%	0.1%
590		2.3%	36.9%	36.1%	18.3%	4.9%	1.4%	0.2%
600		1.6%	34.4%	35.9%	20.3%	5.8%	1.7%	0.3%
610		1.1%	31.8%	35.3%	22.3%	6.9%	2.2%	0.5%
620		0.7%	29.0%	34.4%	24.4%	8.1%	2.7%	0.7%
630		0.5%	26.1%	33.1%	26.5%	9.5%	3.3%	1.0%
640		0.3%	23.2%	31.4%	28.6%	11.1%	4.1%	1.4%
650		0.2%	20.2%	29.4%	30.5%	12.8%	4.9%	1.9%
660		0.1%	17.4%	27.1%	32.2%	14.6%	6.0%	2.6%
670		0.1%	14.7%	24.6%	33.5%	16.5%	7.1%	3.5%
680			12.1%	21.8%	34.5%	18.3%	8.4%	4.7%
690			9.8%	19.0%	34.9%	20.2%	9.8%	6.2%
700			7.8%	16.3%	34.8%	21.9%	11.3%	7.9%
710			6.1%	13.6%	34.1%	23.3%	12.9%	10.0%
720			4.6%	11.2%	32.9%	24.5%	14.4%	12.3%
730			3.4%	9.0%	31.3%	25.4%	16.0%	14.9%
740			2.5%	7.1%	29.3%	26.0%	17.4%	17.8%
750			1.8%	5.4%	27.0%	26.2%	18.8%	20.8%
760			1.2%	4.1%	24.6%	26.0%	20.1%	23.9%
770			0.9%	3.1%	22.1%	25.6%	21.2%	27.1%
780			0.6%	2.3%	19.6%	25.0%	22.2%	30.3%
790			0.4%	1.6%	17.3%	24.2%	23.1%	33.4%
800			0.3%	1.2%	15.1%	23.2%	23.9%	36.5%
810			0.2%	0.8%	13.0%	22.1%	24.6%	39.4%
820			0.1%	0.6%	11.2%	20.9%	25.1%	42.1%
830			0.1%	0.4%	9.6%	19.7%	25.7%	44.6%
840			0.3%	0.3%	8.2%	18.5%	26.1%	46.9%
850			0.2%	0.2%	6.9%	17.3%	26.6%	49.0%
860			0.1%	0.1%	5.8%	16.2%	27.0%	50.8%
870			0.1%	0.1%	4.9%	15.1%	27.4%	52.5%
880			0.1%	0.1%	4.1%	14.1%	27.8%	53.9%
890					3.5%	13.1%	28.3%	55.0%
900					2.9%	12.2%	28.8%	56.0%

有明海再生事業 I a

有明四県クルマエビ共同放流推進事業

(クルマエビの放流効果)

(令達
平成 30(2018)～令和 2(2020)年度)

緒 言

有明海においては、平成15年度から有明四県クルマエビ共同放流推進協議会による放流事業が行われている。この放流事業は、沿海の福岡、佐賀、長崎及び熊本の四県が連携して実施した生態調査、標識放流技術開発及び放流効果等に関する調査結果に基づいて行われているが、未だ漁獲量の減少傾向に歯止めがかかっていない。平成30年(2018年)の有明海(熊本有明)のクルマエビ漁獲量は7トンで(農林水産統計年報)、最盛期だった昭和58年(1983年)(528トン)の約1%にまで減少している。

そこで、本研究においては、クルマエビ(*Marsupenaeus japonicus*)の放流効果の向上と資源の回復を目指して、DNAを用いた親子判別による調査手法を用いて、有明四県における放流効果と放流サイズの違いによる放流効果の差異について調査した。

方 法

- 1 担当者 宗 達郎、荒木希世
- 2 調査項目および内容

(1) 標識種苗放流

放流には、DNAによる親子判別用(DNA標識)種苗として、公益財団法人くまもと里海づくり協会(以下「協会」という)が生産した体長14mm種苗(以下「小型種苗」という)(K1~K4)、協会が生産し宇土市及び網田漁協が海上囲い網で中間育成した海上中間育成群(K5)、協会が生産し民間養殖業者が中間育成した体長40mm種苗(以下「40mm種苗」という)(K6)、及び民間養殖業者が生産、中間育成した40mm種苗対照群(K7)を用いた(表1)。

放流時期、放流場所及び放流サイズの違いによる放流効果の差異をみるため、令和元年(2019年)5月8日から7月2日の期間に、熊本県地先においてK1~K3(小型放流群)、K5(海上中間育成群)、K6(40mm共同放流群)、K7(40mm対照放流群)の6群を、福岡県地先においてK4(小型放流群)の1群の合計7群を放流した(図1、表1)。



図1 種苗放流箇所

表1 標識種苗放流一覧

放流群名	放流区分	サイズ(mm)	放流尾数(千尾)	放流時期	放流日	放流場所
K1	14mm 緑川河口放流群①	14	1,900	5月	2019.5.9	熊本県地先
K2	14mm 緑川河口放流群②	14	744	5月	2019.5.29	熊本県地先
K3	14mm 白川河口放流群	14	2,321	6月	2019.6.24	熊本県地先
K4	14mm 大牟田放流群	14	892	5月	2019.5.8	福岡県地先(大牟田)
K5	海上中間育成放流群(漁協分)	—	480	7月	2019.7.4	熊本県地先
K6	40mm 広域放流群(4県共同放流分)	40	1,400	6~7月	2019.6.18-7.2	熊本県地先
K7	40mm 対照群	40	130	6月	2019.7.3	熊本県地先

(2) 漁獲量推定及び漁獲物調査

ア 漁獲量推定

熊本有明海でクルマエビの漁獲を行っている主要3漁協（沖新漁協、川口漁協、網田漁協）に各1隻の標本船を設定し、標本船の漁獲量等操業の記録を全て集計するとともに、他の11漁協については、延べ操業隻数を漁協へ聞き取り、漁獲量を推計した。天草有明海については島子漁協所属の1隻を標本船に設定し、その他の天草漁協の漁獲量は水揚伝票調査で把握した。

集計に当たっては朔及び望の大潮を挟む13～15日間を1漁期（潮）とし、月に前期・後期の漁期を設定し、漁期毎に集計した。なお、4月については、3月31日～4月13日（朔の大潮）を4月前期として設定した。また、海域特性及び操業実態等を考慮し、海域を湾奥（熊本有明海湾奥：荒尾市～長洲町）、湾央（熊本有明海湾央：玉名市～宇土市）、湾口（天草有明海）、湾外（天草海）の4つに区分した。

イ 県内漁獲物調査

標本船を設定している熊本有明海沿海4漁協のうち湾央の3漁協から、原則1回／漁期の頻度となるよう漁獲物を購入した。得られた漁獲物は個体ごとに体長及び体重を測定し、尾肢標識の有無、雌雄の別及び交尾栓の有無を確認した後、筋肉片を切り出して99.5%エタノールで常温保存し、民間業者に委託してDNA分析を行った。

ウ 県外漁獲物調査

有明海湾央部で操業している長崎県げんしき網漁の漁獲物を、令和元年（2019年）6月から11月の期間に毎月1回、長崎県島原漁協から購入した。購入した漁獲物は、「イ 県内漁獲物」と同様に測定し、DNA分析用の肉片を作製した。なお、分析は、令和2年度（2020年度）に実施し、結果を取りまとめることとした。

(3) 放流効果調査

ア DNA分析による放流エビの検出

(ア) ミトコンドリアDNA分析

放流稚エビの生産に用いた親クルマエビ、(2)イで得られた漁獲物クルマエビのDNAを抽出し、ミトコンドリアDNA D-Loop領域をPCR反応によって増幅し、得られた増幅産物についてサイクルシーケンシング反応を行った。PCR反応にはプライマーF2（5'-AAAATGAAAGAATAAGCCAGGATAA-3'）及びPJCr-T（5'-AGTTTTGATCTTTGGGGTAATGGTG-3'）を、また、サイクルシーケンシング反応にはプライマーF3（5'-GAAAGAATAAGCCAGGATAA-3'）を用いた（高木ら、未発表）。得られた増幅産物（約1,150bp）についてDNAシーケンサー（Applied Biosystems 3130xl）を用いて塩基配列（約800bp）を読み取った。

(イ) 親子のハプロタイプの分類・照合

(ア)により得られたミトコンドリアDNA標識の塩基配列（約800bp）から543bpの塩基配列を切り出し、DNA解析ソフト（MEGA、DnaSP version 5.0）を用いてアライメントとハプロタイプの決定を行い、親クルマエビと漁獲物（子）のハプロタイプとの照合を行った。

(ウ) マイクロサテライトDNA分析

マイクロサテライトDNA分析は(イ)により親及び親とハプロタイプが一致した個体について4つのマーカー遺伝子座（CSPJ002¹⁾、Mja4-04、Mja4-05、Mja5-06（未発表））の分析を行った。PCR反応で目的領域を増幅した後、DNAシーケンサー（Applied Biosystems 3130xl）を用いて増幅サイズを測定し、解析ソフト（株式会社Applied Biosystems社製 GeneMapper）を用いて遺伝子型を決定した。親の遺伝子型と一致し、かつ漁獲時期や体長等を考慮して合致する個体を放流種苗と判断した。また、Nullアリルは考慮せず、完全にアリルが一致した個体のみを親子関係とみなした。

イ 混入率及び回収率の推定

推定手法は有明四県クルマエビ共同放流事業で採用されている方法²⁾を用いた。

混入率及び回収率の推定は、まず、各漁期の漁獲サンプルを用いてDNA分析で放流種苗が含まれる割合を求め、各漁期の混入率とした。この値に各漁期の推定総漁獲尾数を乗じ、それらの合計を総回収尾数とした。なお、漁獲重量から尾数への換算は、各漁期に得られたサンプルの平均体重を使用して算定した。

結果および考察

1 推定漁獲量

熊本有明海における漁期別漁獲量の推移を図2に示した。熊本有明海においては、6月前期から11月後期まで操業が行われ、漁獲のピークは10月前期の0.79トン、年間の推定漁獲量は2.7トン(対前年比81.9%)であった。

熊本有明海における漁期別の単位努力量当たり漁獲量(CPUE)の推移を図3に示した。CPUE(1日1隻当り平均漁獲重量)は、漁期始まりから徐々に高くなり、ピークは10月前半の6.2kg/日・隻であった。令和元年(2019年)の延べ操業隻数は608隻であった。

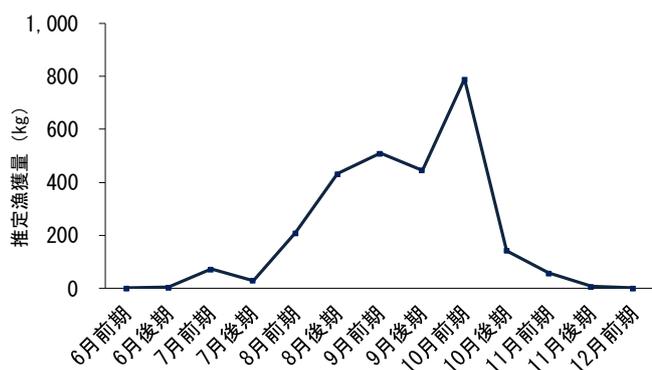


図2 熊本有明海における漁期別漁獲量の推

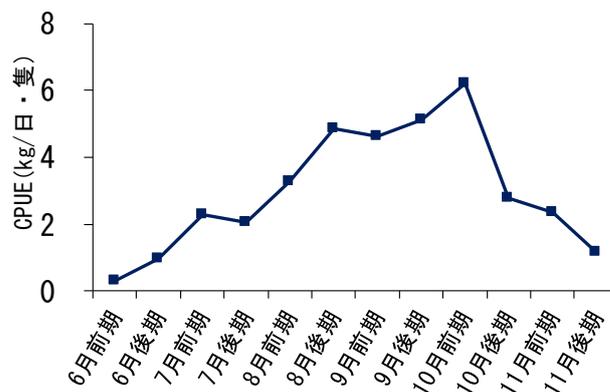


図3 熊本有明海における漁期別CPUEの推移

2 漁獲量の経年推移

平成15年(2003年)以降の熊本有明海域(荒尾~宇土市地先)における推定漁獲量の推移を図4に示した。平成15年(2003年)に26.3トンあった漁獲量は、平成24年(2012年)には3.6トンにまで減少し、令和元年(2019年)は2.7tであった。

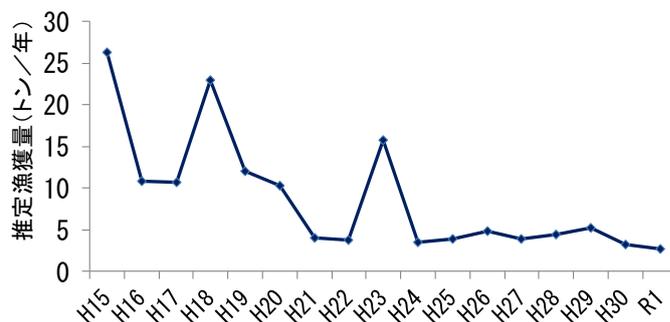


図4 熊本有明海における推定漁獲量の推移

3 放流群別の混入率及び回収率

ミトコンドリアDNA分析及びマイクロサテライトDNA分析により放流クルマエビと判定された個体から算出した各放流群の混入率及び回収状況を表4に示した。放流種苗は7月後半から12月前半にかけて漁獲され、混入率は小型種苗(K1、K2、K3、K4)0.81~2.55%、40mm種苗(K5、K6、K7)0.53~2.24%で、回収率は小型種

苗0.07～0.35%、40mm種苗0.13～0.61%であった。混入率が最も高かった時期は、7月後期のK1放流群の33.0%で、8月前期においてもK1、K2、K6放流群で19.6%を示した。各放流群の混入率のピークは、K7放流群を除くと7月後期から9月後期であった。なお、台風5号及び降水（降雨に伴う河川ごみ等）の影響で、混入率が高かった7月後期の出漁が少なく（延べ出漁隻数は14隻）、このことが回収率が低迷した一要因であると考えられた。

表4 令和元年(2019年)熊本県放流群の熊本有明海域での漁獲における放流群別混入率及び回収率

放流群	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
放流区分	14mm 緑川河口 放流群①	14mm 緑川河口 放流群②	14mm 白川河口 放流群	14mm 大牟田 放流群	海上中間育成放 流群 (漁協放流)	40mm 広域放流群 (4県共同放流 分)	40mm 対照群
放流尾数	1,900,000	744,000	2,321,000	892,000	480,000	1,400,000	130,000
混入率	2.55%	1.03%	1.18%	0.81%	0.53%	2.24%	0.56%
回収率	0.18%	0.35%	0.07%	0.19%	0.13%	0.27%	0.61%

文 献

- 1) Moore, S. S., V. Whan, G. P. Davis, K. Byrne, D. J. S. Hetzel, N. Preston The development and application of genetic markers for the Kuruma prawn *Penaeus Japonicus*. *Aquaculture*. 1999; 173:19-32.
- 2) 伊藤. 有明海におけるクルマエビ共同放流事業. 日水誌2006, 72(3), 471-475

有明海再生事業 I b

有明四県クルマエビ共同放流推進事業

(クルマエビ漁場環境調査)

(令達
平成 30(2018)～令和 2(2020)年度)

緒 言

有明海においては、平成15年度（2003年度）から有明四県クルマエビ共同放流推進協議会による放流事業が行われている。この放流事業は、沿海の福岡、佐賀、長崎及び熊本の四県が連携して実施した生態調査、標識放流技術開発及び放流効果等に関する調査結果に基づいて行われているが、未だ漁獲量の減少傾向に歯止めがかかっていない。平成30年(2018年)の有明海（熊本有明）のクルマエビ漁獲量は7トンで（農林水産統計年報）、最盛期だった昭和58年（1983年）（528トン）の約1%にまで減少している。

そこで、本研究においては、クルマエビ（*Marsupenaeus japonicus*）の放流効果の向上と資源の回復を目指して、クルマエビ漁場の底質と漁獲との関係について調査した。

方 法

1 担当者 宗 達郎、荒木希世

2 調査方法

(1) 調査区域および時期等

令和元年(2019年)9月25日から9月27日まで、クルマエビの主要漁場である熊本県有明海湾中部の13区域(図1)において、1区域当たり1地点で底質調査を行った。漁獲物調査は、同区域でクルマエビを漁獲する主要3漁協(沖新漁協、川口漁協、網田漁協)に各1隻ずつ標本船を設定した。

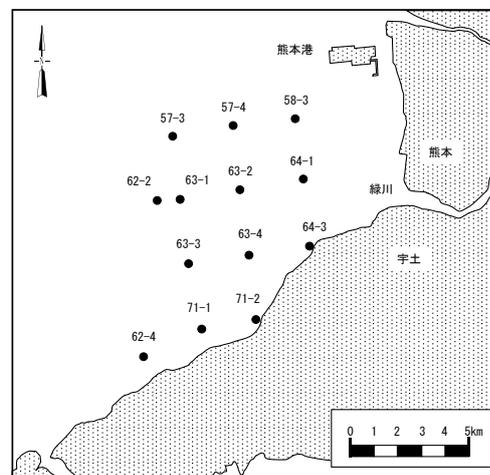


図1 調査地点

(2) 調査項目

ア 底質調査

各調査地点(図1)において、潜水により柱状採泥器を用いて底質表面から深さ15cm以上の層の底質を採取した。採取したサンプルは、表層0～2cm、2～5cmに切り分けた後に保冷運搬し、すみやかに分析を行った。分析は、粒度(JIS A1204に準拠)、COD(新編水質汚濁調査指針1980に準拠)、強熱減量(新編水質汚濁調査指針1980に準拠)、及び硫化物(新編水質汚濁調査指針1980に準拠(検知管法))について行った。

イ 漁獲量調査

調査区域内(図1)に設定した標本船に、出漁日、操業場所、漁獲量等の記録を依頼した。

結果および考察

1 底質調査

(1) 粒度

中砂(粒径0.85～0.25mm)以上の割合が最も高かったのは、St. 64-3(0～2cm層:44.4%、2～5cm層:47.2%)で、細砂(0.075～0.25mm)以上で94%以上を占めた。St. 64-3、St. 63-4、St. 71-2を除く10地点に

おいては、シルト（粒径0.075～0.005mm）・粘土（粒径0.005mm以下）で57%以上を占めていた。

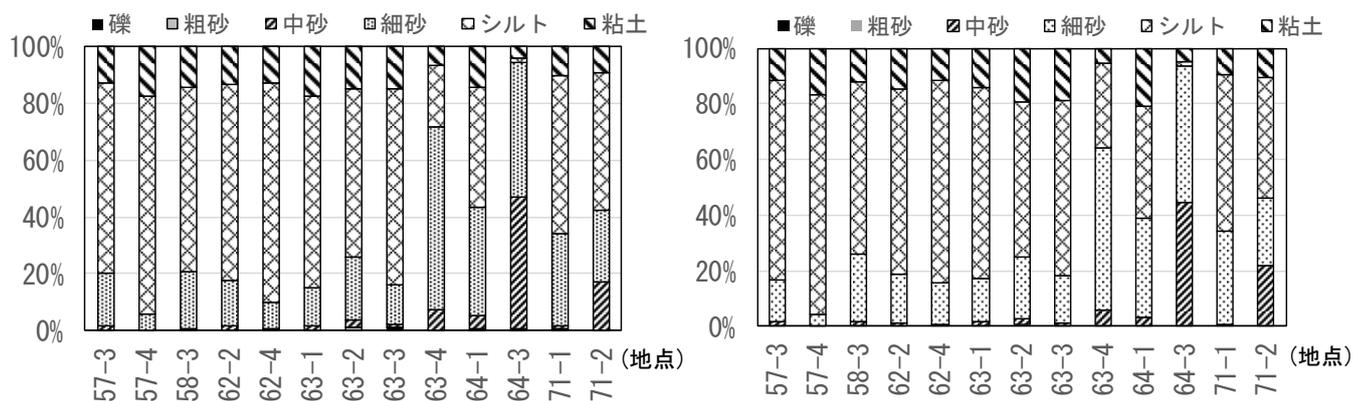


図2 各調査地点における粒度組成（左図：0～2cm層、右図：2～5cm層）

(2) COD

CODは、中砂以上の割合が最も高かったSt. 64-3において0～2cm層及び2～5cm層ともに0.7mg/g乾泥で、シルト分が高かった地点（St64-3、St63-4、St. 74-2を除く10地点）では、0～2cm層で11.7～21.2 mg/g乾泥、2～5cm層で11.6～20.9 mg/g乾泥であった（図3）。

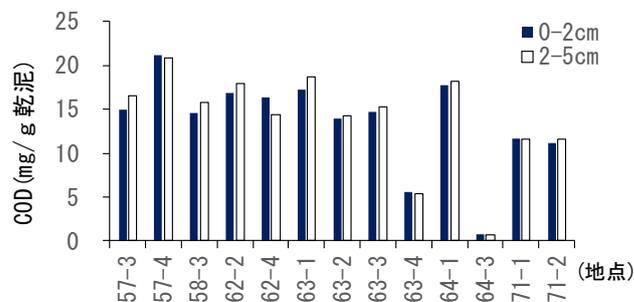


図3 各調査地点における底質COD

(3) 硫化物

硫化物は、St. 64-3において0～2cm層及び2～5cm層ともに0.01mg/g乾泥以下（検出限界値未満）、St. 63-4においても0～2cm層0.03mg/g乾泥、2～5cm層0.05mg/g乾泥と低い値を示した。一方、最も高い値は、St. 64-1の0～2cm層0.74 mg/g乾泥、2～5cm層0.79mg/g乾泥であった（図4）。

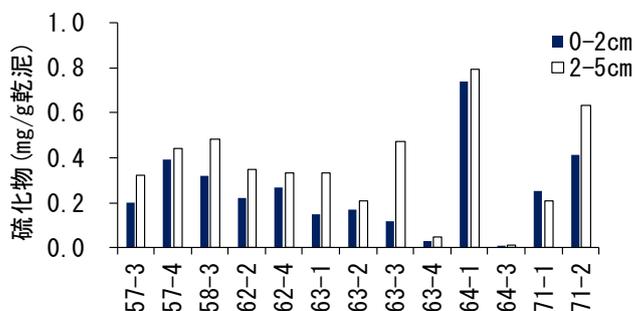


図4 各調査地点における底質硫化物

(4) 強熱減量

強熱減量は、最も低い値はSt. 64-3（0-2 cm層と2-5 cm層ともに2.0%）で、最も高い値はSt. 62-2（0～2 cm層7.8%、2～5 cm層8.4%）であった（図5）。

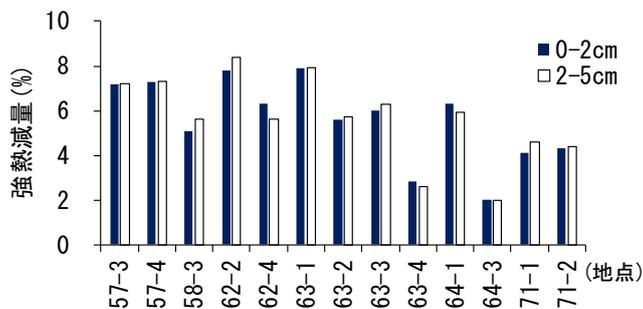


図5 各調査地点における底質強熱減量

2 漁獲量調査

標本船の操業記録から得られた各調査地点における令和元年（2019年）の標本船1隻当たりの総漁獲量は、St. 64-3が最も多く249 kg/56操業回、St. 63-2で20 kg/4操業回、St. 63-4では15 kg/3操業回、St. 56-31で1 kg/1操業回で、それ以外の区域での操業はなかった。

3 クルマエビ漁場における底質と漁獲量との関係

底質の硫化物が低い漁場ほどクルマエビの年間漁獲量が多い傾向が認められた（図6）。

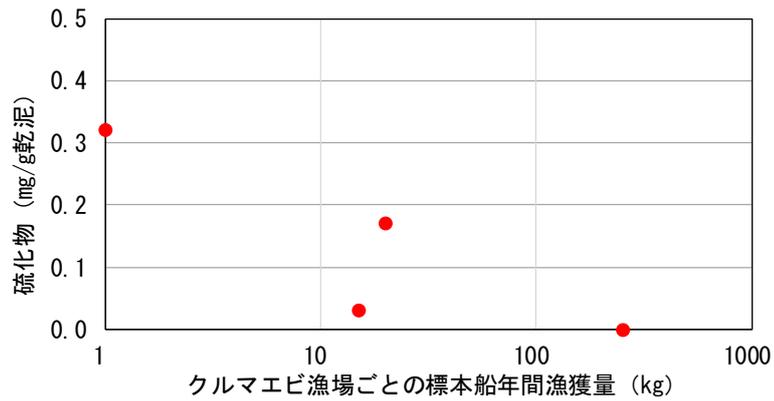


図6 クルマエビ漁場ごとの標本船における年間漁獲量と底質硫化物（表層0～2cm）との関係

令 達
有明海再生事業Ⅱ（平成 27（2015）～
令和 2（2020）年度）
（ガザミの放流効果調査）

緒 言

有明海におけるがざみ類の漁獲量は昭和 60 年（1985 年）の 1,781 トンをピークに、近年は 100 トン前後と低位である。また、本県海域においても、昭和 62 年（1987 年）の 284 トンをピークに、近年は 30 トン前後と低位で推移している（農林水産統計年報）。

このため、現在、ガザミ (*Portunus trituberculatus*) の資源回復を目指して、有明海沿海 4 県（福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県）において漁獲努力量の削減措置等の資源管理の取り組みや種苗放流を行っている。

本研究においては、平成 21 年度（2009 年度）から導入している DNA 標識を用いた親子判別手法による放流効果調査手法を用いて、より効果の高い放流手法の探索を行うことを目的とした。

方 法

1 担当者 上原大知、荒木希世、竹中理佐（公益財団法人くまもと里海づくり協会）

2 調査内容

(1) 種苗放流

ア 種苗放流場所および尾数

公益財団法人くまもと里海づくり協会で生産された C1（全甲幅長約 5mm）および C3（全甲幅長約 10mm）の種苗を、令和元年（2019 年）6 月 3 日から 7 月 11 日にかけて、玉名郡長洲町および熊本市熊本港の砂泥質の干潟、上天草市大矢野町宮津湾のアマモ場に放流した（図 1、表 1）。

なお、放流群ごとの識別を可能とするため、採卵用親ガザミおよび種苗の DNA を標識として用いた。

イ 種苗輸送方法の検討

種苗の輸送は、活魚水槽にノリ網を入れ、その中に種苗を収容しトラックで輸送する方法、ノリ網を入れたウナギ用二重袋（以下、「ウナギ袋」）に 3 千尾程度ずつ収容し保冷した状態でトラック又は船舶で輸送する方法とした（表 1）。輸送方法の違いによる種苗への影響を調査するため、輸送前（出荷時）と輸送後（放流直前）の種苗（各 100 尾）を採取して 99.5%エタノールで固定し、当センターに持ち帰って実体顕微鏡下で鋏脚、歩脚、遊泳脚の脱落状態を判定した。脚の脱落率は以下の式のとおり算出し、輸送前と輸送後の脱落率の差を輸送による脱落率とした。

$$\text{輸送前または後の脚脱落率 (\%)} = (\text{輸送前または後の平均脱落脚数/脚数}) \times 100$$

$$\text{輸送による脱落率 (\%)} = \text{輸送後の脱落率} - \text{輸送前の脱落率}$$

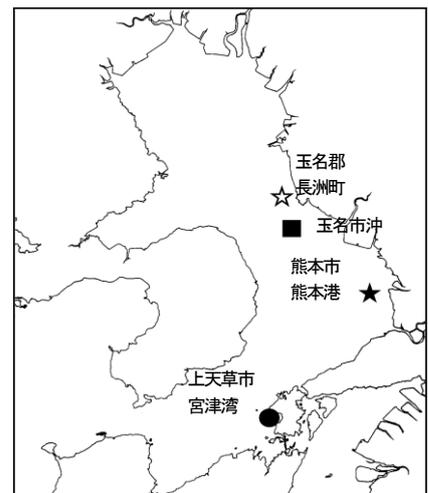


図 1 放流箇所

表1 DNA 標識種苗放流一覧

放流場所	放流日	収容・運搬方法	サイズ	尾数(尾)
玉名郡長洲町地先(☆)	令和元年(2019年)6月3日	活魚水槽、トラック	C1(全甲幅長 約5mm)	709,000
熊本市熊本港(★)	令和元年(2019年)6月4日	活魚水槽、トラック		462,000
C1合計				1,171,000
玉名郡長洲町地先(☆)	令和元年(2019年)6月12日	ウナギ袋、トラック	C3(全甲幅長 約10mm)	319,000
上天草市宮津湾内(●)	令和元年(2019年)7月11日	ウナギ袋、船舶		182,000
C3合計				501,000

(表中★、☆、●は図1に対応)

(2) 漁獲状況の把握

ア 漁獲物買取調査

放流ガザミを検出するため、有明海におけるすくい網漁業およびかに刺網漁業を営む漁業者が所属する漁業協同組合から、令和元年(2019年)5~10月の期間に2,090尾の漁獲物を購入した。これらについて、全甲幅長および重量を測定し、雌雄を判別した後、肉片を切り出して99.5%エタノールで固定し、DNA抽出のためのサンプルとした。

また、資源造成型栽培漁業の実証や抱卵個体の再放流効果を確認するため、漁獲物のうち、一部の抱卵個体を、肉片サンプルと少量の卵塊を採取した後に上天草市湯島周辺海域へ再放流した。採取した卵塊は、通気培養してゾエアステージまで育成したのち99.5%エタノールで固定し、DNA抽出のためのサンプルとした。

イ 標本船調査による漁獲量等の推定

ガザミの漁獲量を推定するため、熊本県でガザミを漁獲する主な漁業種類である、たもすくい網漁業およびかに刺網漁業が営まれている地区から標本船を抽出して、操業日誌への記録を依頼した(たもすくい網6地区(熊本市沖新、上天草市大矢野町大手原、湯島、串、野釜、鳩の釜)6隻、かに刺網3地区(玉名郡長洲町、玉名市岱明町、熊本市河内町)3隻)。

記載項目は、操業日時、場所、水深、漁獲量、漁獲尾数、全甲幅長12cm以下の小型ガザミの再放流尾数、同地区から出漁した漁船数(操業隻数)、混獲物とした。これらのデータを用いて推定漁獲量(漁獲量に操業隻数を乗じた値)、小型ガザミ(全甲幅長12cm以下)再放流尾数および1日1隻当たりの漁獲量(CPUE)を算出した。

(3) 放流効果の算定

放流種苗、種苗生産に用いた親ガザミおよび漁獲物買取調査で得られたガザミのDNA分析は、筋肉部から抽出したマイクロサテライトDNAの8つのマーカー遺伝子座(PT38、PT69、PT720、PT322、PT659、C5、C6、C13)について、PCR反応で目的領域を増幅した後、増幅サイズをDNAシーケンサー(Applied Biosystems 3730xl)を用いて測定し、解析ソフト(株式会社Applied Biosystems社製GeneMapper)を用いて遺伝子型を決定した。

なお、DNAの抽出、マイクロサテライトDNAに係るシーケンスおよび解析等は、民間業者に委託した。委託分析の結果を基に、国立研究開発法人水産研究・教育機構瀬戸内海区水産研究所が開発した親子判定ソフト「PARFEX」を用いて親子判定を実施し、各放流群の混入率および回収率を算定した。

(4) 移動生態調査

親ガザミの移動生態を把握するため、令和元年（2019年）11月～12月の期間に30尾（雄11尾、雌19尾）の漁獲物を入手し、背甲部に水温・水深データロガー（Lotek社製LAT1100）を装着して、玉名市沖（図1、■）に放流した。なお、放流個体は現在追跡中である。

結果および考察

1 種苗輸送方法の検討

C1、C3ともに、比較的長時間輸送した長洲町地先放流群の脚脱落率が高かった。熊本港放流群C1の鋏脚および歩脚の脱落率は負の値を示しており、これは輸送前と同程度であったと判断される。輸送前の脱落率を下げるためには、種苗積込までの取扱方法等を改善する必要があると考えられた。

表2 放流種苗の脚脱落率一覧

（単位：％）

放流場所	サイズ	収容・運搬方法	輸送時間	鋏脚	歩脚	遊泳脚
玉名郡長洲町地先	C1	活魚水槽、トラック	2時間	2.5	6.9	5.8
熊本市熊本港		活魚水槽、トラック	1時間30分	-6.8	-4.5	2.5
玉名郡長洲町地先	C3	ウナギ袋、トラック	2時間	1.0	17.9	12.9
上天草市宮津湾内		ウナギ袋、船舶	10分	1.2	2.7	11.6

2 標本船調査による漁獲量等の推定

標本船調査から、令和元年度（2019年度）の熊本県有明海海域におけるガザミ漁の操業隻数は2,285隻（対前年度比125%）、推定漁獲量は45.2トン（対前年度比168%）と平成30年度（2018年度）よりも増加した（表3、表4）。また、全甲幅長12cm以下の推定再放流尾数は、9,368尾（対前年度比395%）と大幅に増加しており、新規加入が多かったことが伺えた（表5）。

漁業種類別の推定漁獲量は、たもすくい網が40.2トン（対前年度比181%）、かに刺網は5.0トン（対前年度比106%）であった。1日当たりの漁獲量（CPUE）は、たもすくい網21.7kg/日/隻（対前年度比128.4%）、かに刺網11.5kg/日/隻（対前年度比127.8%）で、両漁業種において漁獲量および漁獲努力量ともに平成30年度（2018年度）よりも増加した。

表3 延べ操業隻数

（単位：隻）

	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和元年度/平成30年度
たもすくい網	1,164	1,314	1,848	141%
かに刺網	584	520	437	84%
合計	1,748	1,834	2,285	125%

表4 推定漁獲量

（単位：トン）

	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和元年度/平成30年度
たもすくい網	14.2	22.2	40.2	181%
かに刺網	6.2	4.7	5.0	106%
合計	20.4	26.9	45.2	168%

表5 小型ガザミ（全甲幅長12cm以下）再放流尾数

（単位：尾）

	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和元年度/平成30年度
たもすくい網	1,735	885	7,810	882%
かに刺網	2,708	1,486	1,558	105%
合計	4,443	2,371	9,368	395%

表6 1日1隻当たり漁獲量（CPUE）

（単位：kg/日/隻）

	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和元年度/平成30年度
たもすくい網	12.2	16.9	21.7	128.4%
かに刺網	10.6	9.0	11.5	127.8%

3 放流効果の算定

(1) 平成 30 年度（2018 年度）の熊本県放流群のうち平成 30 年度再捕分

平成 30 年 8 月から 11 月にかけて、長洲町地先（計 30 尾）のほか、福岡県地先（計 5 尾）、佐賀県地先（計 22 尾）、長崎県地先（計 2 尾）で漁獲による再捕を確認した（図 2）。また、玉名市岱明町地先へ放流した H30K1 群（C1、499 千尾）、長洲町地先へ放流した H30K2 群（C1、712 千尾）、H30K4 群（C3、190 千尾）のうちそれぞれ 3 尾、21 尾、6 尾が長洲町地先で再捕され、自県のみでの回収率はそれぞれ 0.01%、0.03%、0.04%であった。同じ長洲町地先に放流した H30K2 群（C1）と H30K4 群（C3）の回収率との間にはほとんど差が見られなかった（表 7）。

(2) 平成 29 年度の熊本県放流群のうち平成 29 年度および平成 30 年度再捕分

平成 30 年 5 月から 10 月にかけて、上天草市大矢野町（計 1 尾）、長洲町地先（計 2 尾）、福岡県地先（計 1 尾）で漁獲による再捕を確認した（図 3）。平成 29 年度中に再捕されたガザミも含めると、長洲町地先へ放流した H29K1 群（C3、152 千尾）、玉名市岱明町地先へ放流した K2 群（C3、199 千尾）、K3 群（C3、241 千尾）のうちそれぞれ 4 尾、10 尾、12 尾が長洲町地先および上天草市大矢野町地先で再捕され、自県のみでの回収率はそれぞれ 0.03%、0.23%、0.07%であった（表 7）。

(3) 平成 28 年度（2016 年度）から平成 30 年度（2018 年度）までの放流群

平成 28 年度から平成 30 年度に放流した各放流群の混入率および回収率を比較すると、7 月放流群よりも 6 月放流群が高い傾向にあり、早期に放流を実施することが望ましいと考えられた。

なお、令和元年度（2019 年度）に得られた漁獲物については、令和 2 年度（2020 年度）に放流効果の算定を行う予定である。

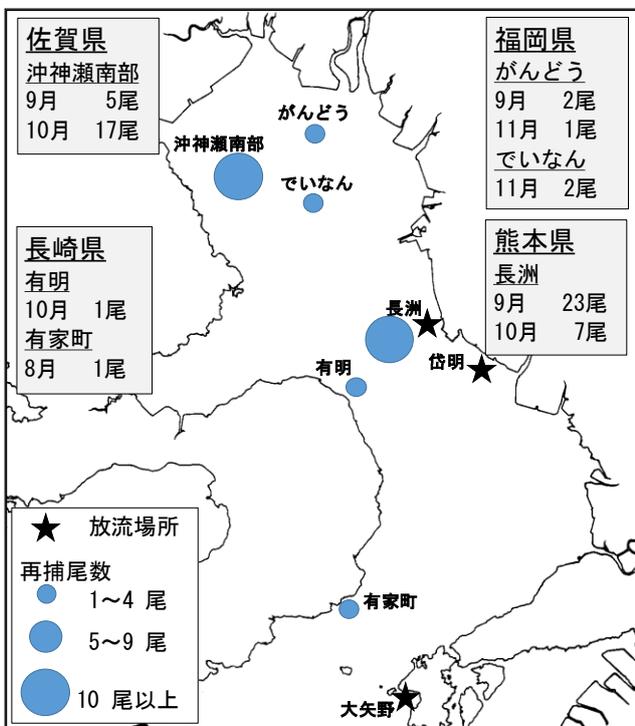


図 2 平成 30 年度熊本県放流群の平成 30 年度再捕箇所および尾数

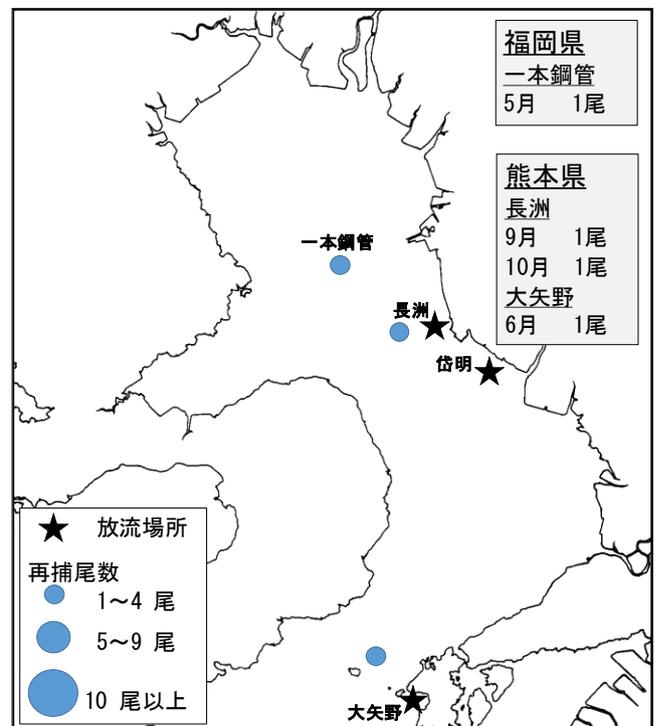


図 3 平成 29 年度熊本県放流群の平成 30 年度再捕箇所および尾数（越年再捕）

表7 各放流群の熊本県海域での混入率および回収率一覧（平成28～30年度）

放流群	放流場所	放流日	サイズ	放流尾数	再捕尾数	混入率	回収重量(kg)	回収率
H28K1	岱明	平成28年6月22日	C3	239,149	0	0.00%	0.0	0.00%
H28K2	長洲	平成28年6月23日	C3	199,777	6	0.11%	6.9	0.02%
H28K3	長洲	平成28年6月24日	C3	241,883	29	0.53%	198.1	0.25%
H29K1	長洲	平成29年6月16日	C3	152,000	4	0.12%	11.1	0.03%
H29K2	岱明	平成29年6月20日	C3	120,000	10	0.28%	65.0	0.23%
H29K3	岱明	平成29年6月20日	C3	252,000	12	0.34%	30.7	0.07%
H29K4	上天草	平成29年7月20日	C3	229,000	0	0.00%	0.0	0.00%
H30K1	岱明	平成30年6月5日	C1	499,000	3	0.18%	5.0	0.01%
H30K2	長洲	平成30年6月6日	C1	712,000	21	1.27%	40.3	0.03%
H30K3	長洲	平成30年6月14日	C3	70,000	0	0.00%	0.0	0.00%
H30K4	長洲	平成30年6月14日	C3	190,000	6	0.36%	13.1	0.04%
H30K5	上天草	平成30年7月20日	C3	142,000	0	0.00%	0.0	0.00%

※平成28年度放流群は、平成28年から平成30年までの再捕結果。平成29年度放流群は、平成29年から平成30年までの再捕結果。

令 達
平成 30 (2018) ~)
令和 2(2020)年度
有明海再生事業Ⅲ
(マコガレイの放流技術開発)

緒 言

本県有明海海域における、かれい類の漁獲量は、農林水産統計調査によると平成4年(1992年)の499トンピークに、平成27年(2015年)には32トンにまで減少している。マコガレイ(*Pseudopleuronectes yokohamae*)は、このかれい類に含まれる高級魚で、主に刺網漁業で漁獲されている。

マコガレイの放流について、平成17年度(2005年度)に大分県水産試験場が瀬戸内海の大分県地先における平成14年度(2002年度)放流群(60mmサイズ)で8.87%という回収率を報告している。この知見を基に、マコガレイの資源回復を目的として、平成24年度(2012年度)から平成27年度(2015年度)の4年間、試験放流を行うとともに、平成24年度(2012年度)以降、その放流効果追跡調査を行い、本県海域におけるマコガレイの成長等を調査した。

また、平成28年度(2016年度)から県内産のマコガレイ親魚を用いた種苗生産技術開発試験を、公益財団法人くまもと里海づくり協会(以下、「協会」という。)に委託して行った。

平成30年度(2018年度)からは、県内産親魚を用いた種苗の放流試験を行い、追跡調査を行った。

方 法

1 担当者 木村 修、荒木希世、今福 久(公益財団法人くまもと里海づくり協会)

2 調査内容

(1) マコガレイの種苗放流及び追跡調査

有明海産の親魚から生産した種苗を有明海に放流し、成長・移動等を把握するためソリネットによる調査を行った。また、小型種苗(全長20mm程度)の放流適地の探索を行った。

(2) マコガレイの成長、成熟及び放流魚の混入率調査

本県海域におけるマコガレイの成長、成熟及び放流魚の混入率を把握するため、有明海において刺網漁業で漁獲されたマコガレイを熊本北部漁協、天草漁協上天草総合支所、島原漁協の3か所から入手し、精密測定を行った(図1)。精密測定の項目は、全長、体長、雌雄、体重、生殖腺重量とした。併せて耳石を採取し、輪紋を委託解析した。

(3) 種苗生産技術開発

遺伝的多様性への影響リスクを低減する栽培漁業の実現に向け、県内産親魚を用いた種苗生産試験を実施した。

なお、飼育に当たっては、飼育水は16℃まで加温し、適宜注水、通気、藻類添加、底掃除を行った。飼育期間中の水温は15.0~17.2℃、pHは8.15~8.46、DO(mg/l)は7.2~8.2であった。餌料は、ワムシ、アルテミア、配合飼料を用いた。



図1 調査位置図

◎ 漁業者からの買い取り

★ 放流場所

結果および考察

1 マコガレイの種苗放流及び追跡調査

公益財団法人くまもと里海づくり協会が平成30年度（2018年度）に有明海産親魚を用いて生産したマコガレイ種苗の放流を実施した。放流場所は、従来から実施してきた玉名郡長洲町地先と、小型種苗の放流に適していると考えられる潮流が穏やかで閉鎖性の高い上天草市松島町地先の2か所で実施した。平成31年（2019年）4月23日に平均全長21mm種苗、17,000尾（全てALC1重染色）玉名郡長洲町地先に、4月24日に平均全長18mm種苗、63,000尾（ALC染色なし）を上天草市松島町地先に放流した。

6月から10月まで毎月1回、上天草市松島町地先の放流場所周辺でソリネットによる調査を行ったが、マコガレイ稚魚は採取できなかった。

また、8月から10月にかけて放流適地探索のため、上天草市地先（樋合海水浴場沖、樋合島東部、樋合新港沖、仏島西部、大島南部、西目海水浴場沖）で、粒度組成、水温、海底の状態（水中テレビカメラによる観察）の調査を行った。これらの調査から、上天草市松島町西目地先が、海底の底質（粒度組成を図2に示した、沖側はシルトが多いが岸側はシルトが少ない）、地形（起伏が少ない）、水温（9月25日で海底の水温が25℃以下）、ソリネット調査の行いやすさ（海草等の群落が少ない）などから放流適地と考えられた。（図3）

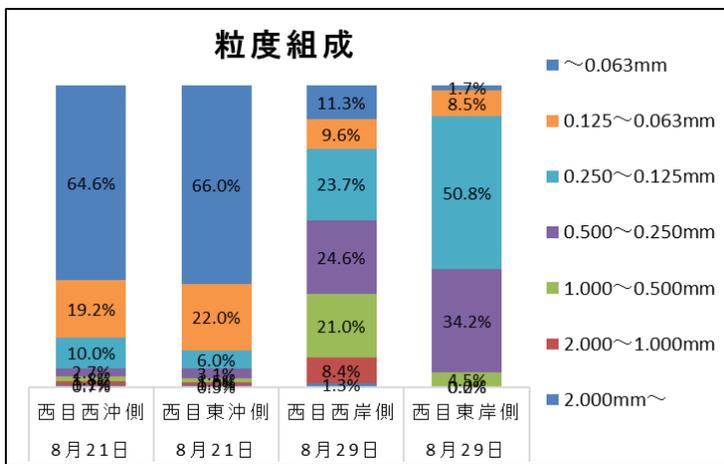


図2 上天草松島町地先の放流場所等



図3 上天草松島町地先の放流場所等

2 マコガレイの成長、成熟及び放流魚の混入率調査

令和元年度（2019年度）は、マコガレイの漁獲が少なく、42尾（雄11尾、雌21尾、不明10尾）について輪紋を委託解析し、調査した結果を表1に示した。令和元年度（2019年度）放流群が含まれる1才魚は入手できなかったが、平成30年度（2018年度）放流魚が含まれる2才魚は入手できた。入手した漁獲物の年齢組成は、2才魚が最も多く71%、次が3才魚で12%であった。これら42尾中20尾が放流魚で、混入率は47.6%であった。年齢別の混入状況は、7才魚は1尾中1尾が放流魚（平成25年度（2013年度）放流群）、6才魚は2尾中1尾（平成26年度（2014年度）放流群）、5才魚は2尾中1尾（平成27年度（2015年度）放流群）であった。2才魚は、30尾中17尾で混入率は56.7%であった。マコガレイ種苗の混入率の推移を図4に示した。平成28年度（2016年度）、29年度（2017年度）に放流を行っていないため平成29年度（2017年度）、30年度（2018年度）は混入率は低下していたが、令和元年度（2019年度）は平成30年度（2018年度）放流群が漁獲されたため混入率は高くなった。

表1 令和元（2019）年度に得られた漁獲物中の放流魚の割合

	放流年度	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	合計
	漁獲時の年齢	7才	6才	5才	4才	3才	2才	1才	
放流尾数	20mm放流魚	—	—	—	—	—	204,000	80,000	284,000
	30mm放流魚	15,400	10,500	12,600	—	—	—	—	38,500
	70mm放流魚	4,200	11,000	6,900	—	—	—	—	22,100
	放流魚合計	19,600	21,500	19,500	—	—	204,000	80,000	344,600
令和元年度調査尾数		1	2	2	2	5	30	0	42
漁獲された放流魚	20mm放流魚						17	0	17
	混入率						56.7%	—	40.5%
	回収率						0.008%	—	0.006%
	30mm放流魚	0	1	0	—	—	—	—	1
	混入率	—	50.0%	0.0%	—	—	—	—	2.4%
	回収率	—	0.010%	0.000%	—	—	—	—	0.003%
	70mm放流魚	1	0	1	—	—	—	—	2
	混入率	100.0%	0.0%	50.0%	—	—	—	—	4.8%
	回収率	0.024%	0.000%	0.014%	—	—	—	—	0.009%
	全放流魚尾数	1	1	1	—	—	—	17	—
混入率	100.0%	50.0%	50.0%	—	—	—	56.7%	—	47.6%
回収率	0.005%	0.005%	0.005%	—	—	—	0.008%	—	0.006%

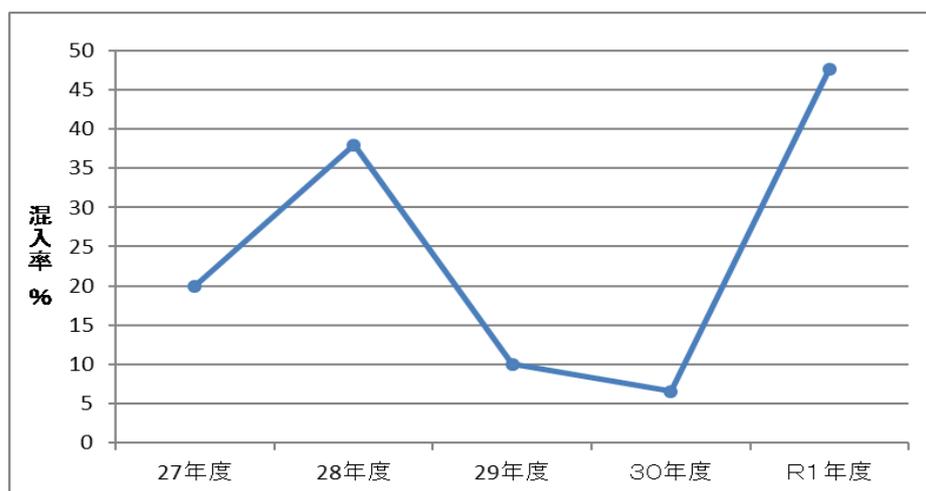


図4 マコガレイ種苗の混入率の推移

調査魚の雌雄別の尾数と各年齢の平均全長を図5に、雌雄別の全長組成を図6に、G S I（生殖腺重量/（体重－生殖腺重量）×100）の推移を図7に示した。調査した個体は、全長 223mm～386mm で平均全長 299mm、体重 133～850g、平均体重 388g であった。雌雄の平均全長は、雌 315mm、雄 276mm であった。1才魚は得られなかったが、2才以降では雌の方が大型であった。G S Iは、雌は1月が高かったが、雄は12月下旬から2月までピークは見られなかった。産卵盛期は、1月から2月と考えられた。

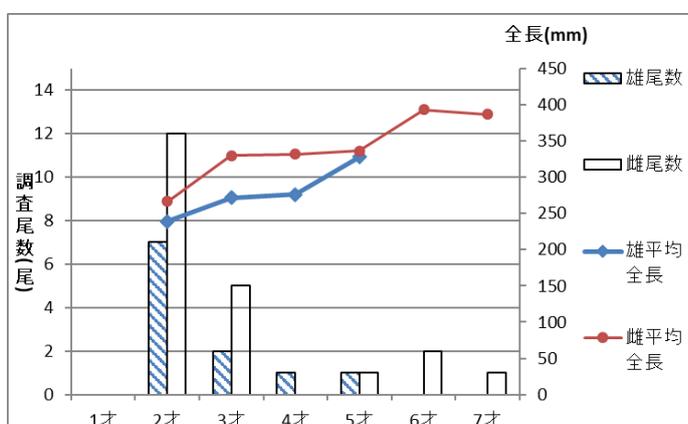


図5 雌雄別の尾数と各年齢の平均全長

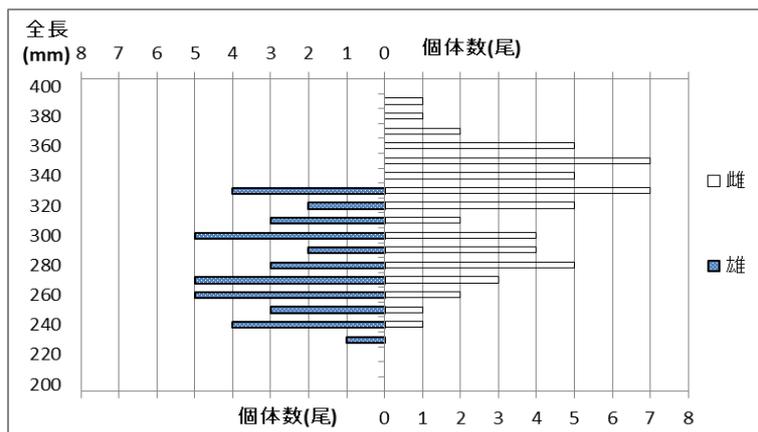


図6 雌雄別の全長組成

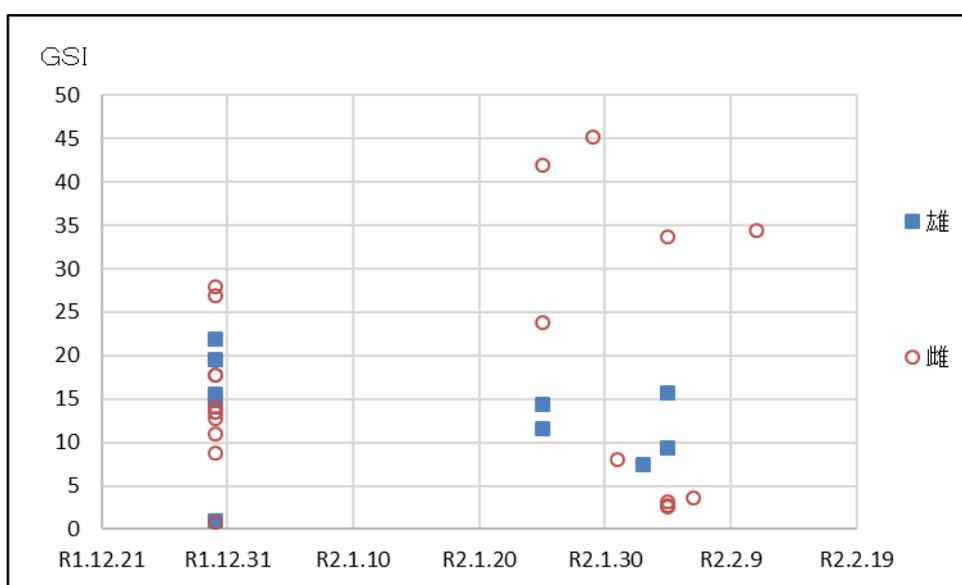


図7 雌雄別のG S I の推移

3 マコガレイの種苗生産技術開発

親魚は、令和2年(2020年)1月15日に長崎県島原市地先で漁獲された天然魚、雄9尾、雌8尾を2トン水槽に雌雄を分けて収容した。1月20日に雌4尾にゴナトロピンを打注し、1月23日にうち3尾から採卵、雄8尾を用いて乾導法により受精させた。受精卵1,327千粒からふ化仔魚998千尾を得て、ふ化率は75.2%であった。

1月30日に50トン水槽2面にふ化仔魚をそれぞれ399千尾、360千尾収容し、3月3日まで飼育し、平均全長13.13mmを143千尾、同15.01mmを95千尾得た。生残率は35.8%、26.4%であった。2水槽分を合計すると平均全長13.13~15.01mmの種苗238千尾を得て、生残率は、31.4%であった。

以降、両群ともに飼育を継続し、令和2年度(2020年度)に放流予定である。

アユ資源動向調査 I (県単)

平成 29 (2017) ~令和 3 (2021) 年度年度

緒 言

近年、アユ (*Plecoglossus altivelis*) の遡上量や漁獲量は減少傾向にあることから、本事業においては、球磨川におけるアユの実態を把握するため、遡上動向及び仔アユ流下動向等の実態調査を行った。

方 法

1 担当者 宗 達郎、荒木希世、
徳永幸史 (調査船「ひのくに」)

2 調査項目及び内容

(1) 遡上稚アユ調査

ア 遡上数調査

球磨川における遡上稚魚量は、球磨川漁業協同組合が実施した稚

a 時期：平成 31 年(2019 年)3 月から令和元年(2019 年)5 月

b 場所：球磨川堰左岸すくい上げ施設 (図 1)

イ サンプルング及びサイズ計測

平成 31 年(2019 年)3 月から令和元年(2019 年)5 月までのおおむね月 1

ユを採取し、全長、体長及び体重の測定を行ない、エタノールで保存した。

(2) 流下仔アユ調査

調査は、次年度の遡上尾数との関係を算出するため、調査地点における流下仔アユ数から球磨川全体の流下総数を推定する方法で行った。

過去の調査結果において昼間の流下はほとんど見られなかったため、調査対象時間は原則として午後 6 時から午前 6 時までの夜間 12 時間とした。

また、調査の実施に際しては、同様に流下仔アユ調査を実施している国土交通省八代河川国道事務所 (以下「国交省」という) の調査状況から、流下仔アユが増加しピークを迎えると推定される期間に調査を行い、国交省の調査結果と合わせて流下総数を推定した。

ア 時期及び回数：令和元年(2019 年)10 月と 11 月の 8 回 (うち 11 月の 2 回は県実施)

イ 場所：球磨川堰右岸魚道 (図 1)

ウ 方法：ろ水計を装着したプランクトンネット (開口部直径 46cm、長さ 170cm、メッシュ NMG52 オープニング 335 μ m) を毎正時より 5 分間設置し、流下物を採集した。採集物は直ちにエタノールを添加し、持ち帰って仔アユ個体数を集計した。

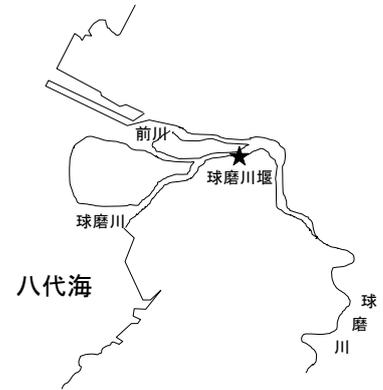


図 1 調査地点

結 果

1 調査項目別結果概要

(1) 遡上稚アユ調査

ア 遡上数

平成 31 年(2019 年)の漁協による遡上稚アユすくい上げは、平成 31 年(2019 年)3 月 15 日から令和元年(2019 年)5 月 16 日まで実施された。すくい上げ尾数は、約 538 千尾 (前年比約 26%) と少なかった。

1 日当りの遡上重量と遡上尾数の推移を図 2 に示す。

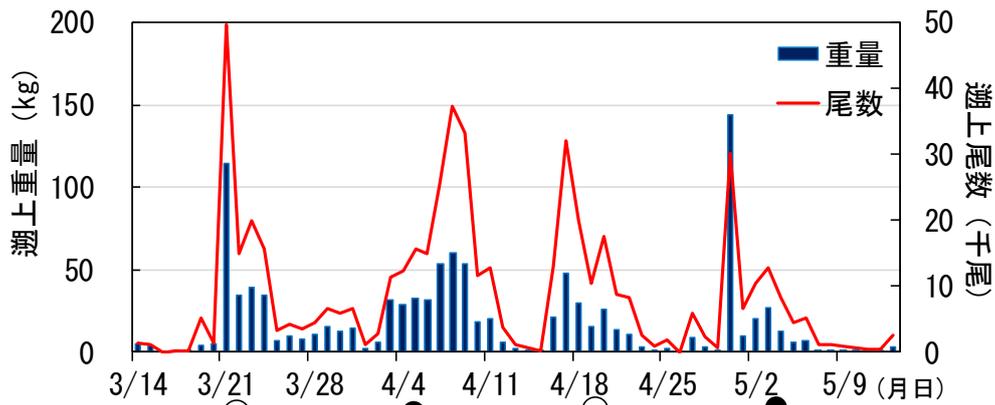


図2 1日当たり遡上量の推移 (○●大潮を示す)

イ 遡上稚アユのサイズ

遡上の時期が早いほど魚体が大きい傾向を示した (表1)。

表1 遡上稚アユの採取尾別の平均全長と平均体重

採取日	サンプル数	平均全長(mm)	平均体重(g)
H31. 3. 14	100	83.0±9.9	3.28±1.51
H31. 3. 19	100	81.8±9.4	3.26±1.45
H31. 4. 18	100	61.6±4.7	1.22±0.41
R1. 5. 13	9	63.9±4.5	1.61±0.37

ウ 孵化日推定

採取した遡上稚アユのうち、3月14日60個体、3月19日40個体、4月18日60個体、5月13日9個体について耳石分析を行い、採取日と輪紋数から孵化日を推定した。

各採取日別の推定孵化日は、3月14日遡上が前年の10月7日から11月24日まで、3月19日遡上が前年の10月29日から11月29日まで、4月18日遡上が前年の11月5日から1月4日まで、5月13日遡上が前年の11月8日から12月20日までの期間であった (図3)。

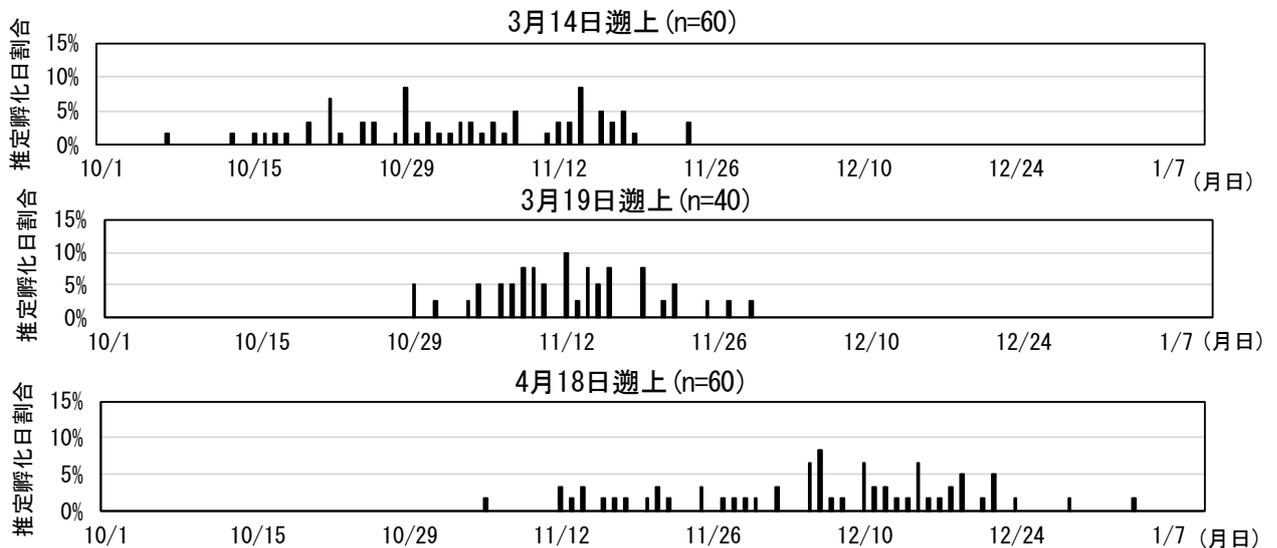




図3 令和元年（2019年）稚アユ遡上日別の推定孵化日

(2) 流下仔アユ調査

推定流下尾数は、毎正時5分間の採捕尾数及びろ水量から算出した個体数密度（尾/1,000 m³）を当該1時間の代表値とみなし、国交省による横石観測所の流量速報値（m³/sec）を用いた1時間累積流量（m³/h）を掛けて1時間当たりの流下個体数とした。18時から翌朝6時までの1時間当たりの流下個体数を積算して調査日毎の日間流下尾数を算出した。なお、球磨川堰の300m上流で前川が分流しているが、ここでは球磨川堰の観測値のみを用い、分流点より上流の横石流量を用いることで球磨川における総流下尾数として取り扱った。また、流下の開始日を10月1日、流下の終了日を12月31日、1日当たり流下尾数は直線的に変化するものと仮定し、調査日以外の日(x)の流下尾数(y)は、直前の調査日(x1)の流下尾数(y1)、直後の調査日(x2)の流下尾数(y2)から $y=y1+(x-x1)(y2-y1)/(x2-x1)$ の線形補間により推定流下尾数を求めた（表2、図4）。

令和元年（2019年）10月1日から12月31日までの日間流下尾数の積算から令和元年（2019年）球磨川の流下仔アユの総尾数は278,011,150尾と推定した。

表2 仔アユの調査回（日）毎の推定流下尾数

回次	調査日	調査機関	日間推定流下尾数(尾)
1	R1.10.1	国	49,883
2	R1.10.17	国	1,051,320
3	R1.10.31	国	6,919,861
4	R1.11.7	県	4,207,222
5	R1.11.14	国	9,468,071
6	R1.11.20	県	1,473,792
7	R1.11.28	国	4,285,329

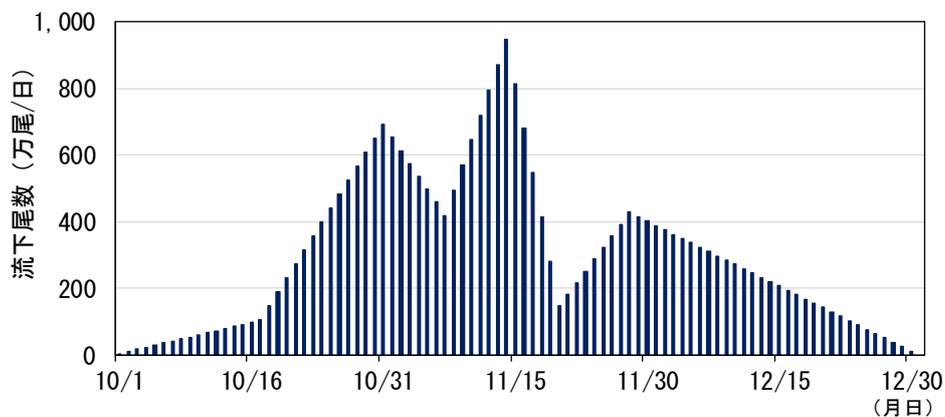


図4 1日あたり推定アユ流下尾数の推移

アユ資源動向調査Ⅱ

（ 県単
令和元（2019）
～ 令和3（2021）年度 ）

（ウナギ資源動向調査）

緒 言

ニホンウナギ (*Anguilla japonica*) は、その稚魚（シラスウナギ）の採捕量が長期的に低水準にあり、資源管理の必要性が高まっている。本県においては、回遊期のウナギの保護のため、漁期の制限などの取組みを実施しているが、その生態については未だ不明な点が多い。そこで、今後の資源管理方策立案に繋がる知見を得ることを目的に、主要市場から漁獲情報を収集することで資源動向を調査した。

方 法

- 1 担当者 荒木希世
- 2 調査内容

（1）ウナギ漁獲動向の把握

本調査においては、県内の主要なウナギ漁場である球磨川河口及び八代海湾奥部を調査対象域とした。これまでの聞き取り調査等の結果から、本域で漁獲されるニホンウナギの約8割が八代共同魚市場（八代市港町）に水揚げされていることから、当該市場の水揚げ伝票を用いることで漁獲状況を把握した。

なお、本県においては、10月から翌3月まで採捕禁止期間となっている。図1に調査対象域を示す。



図1 調査対象域

結果および考察

1 ウナギ漁獲動向の把握

平成25年を1.00とした場合の令和元年までの取扱量は、0.78～1.24の範囲にあった（図2）。

平成31年4月から9月までの平均のCPUEは3.1kg/人/取扱日で、平成25年以降のCPUE（2.6～3.1kg/人/取扱日）に大きな変動は認められなかった（図3）。

また、平成31年4月から9月までの月別のCPUEは、2.5～3.2kg/人/取扱日で、CPUE・出荷人数ともに最も多い7月が、取扱量のピークであった。

市場取扱伝票から推定された現在の漁獲動向（CPUE）からは過度な漁獲や資源の減少は発生していないと考えられるが、ニホンウナギの資源量が長期的に低水準であることから、今後も漁獲動向を注視していく必要がある。

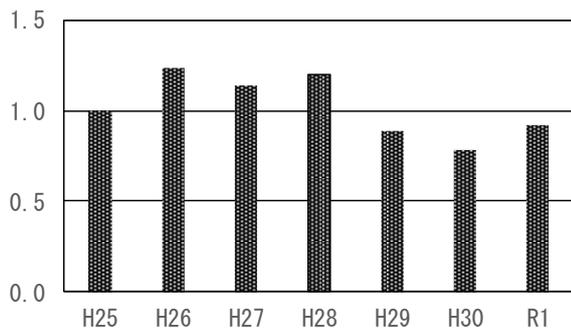


図2 八代共同魚市場のウナギ取扱量の推移
（平成25年を1.00とした）

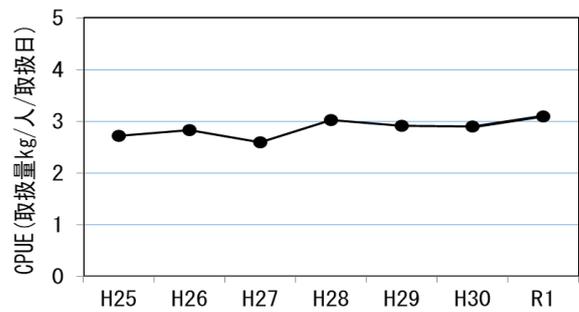


図3 球磨川河口・八代海湾奥のウナギ資源指数
CPUE（取扱量 kg/人/取扱日）の推移

国庫 J V
外部資金活用事業 (平成 30(2018)～
令和 4(2022)年度)

(漁場環境の変化に応じたアユ資源増殖技術開発調査事業)

緒言

近年の集中豪雨等による河川形状変化や濁水等による水質等の変化は、河川に生息するアユの資源量や漁獲量に影響を及ぼしていると考えられている。同様な状況は全国的にみられており、国立研究開発法人水産研究・教育機構等との JV 方式の共同研究により、漁場環境の変化に応じたアユ増殖手法の検討を行った。

方法

1 担当者 宗達郎、荒木希世

2 調査内容

(1) 種苗放流

平成 31 年(2019 年)4 月 25 日に緑川漁協が中間育成した平均体重 3.2g のアユ人工種苗(球磨川遡上海産アユ)1.5 万尾を緑川水系八勢川の長崎橋に放流した。(図 1、図 2)

また、八勢川及び御船川に水温データロガー(Onset 社製 Hobo ペンダントロガー UA001)を設置して水温を計測した。

令和元年(2019 年)6 月～9 月に八勢川で友釣り及び投網により漁獲されたアユを入手し、精密測定を行った。

なお、八勢川には 4 月 25 日に放流した人工種苗以外の放流は行われておらず、天然遡上も困難な場所であることから、漁獲されたアユは全て当該放流群として取り扱った。



図 1 調査実施箇所(緑川水系八勢川及び御船川)



図 2 種苗放流場所

(2) 釣獲状況調査

令和元年(2019 年)6 月(解禁日)から 10 月(漁期終了)までの期間に、緑川水系御船川での友釣りまたはがっくり掛けによる釣獲尾数やサイズ、釣獲時間等の日誌への記帳を緑川漁業協同組合の漁業者 6 名に依頼し、釣獲状況を把握した。

結果

(1) 種苗放流及び漁獲調査

解禁直後の 6 月 6 日に漁獲されたアユの平均体重と放流から求めた日間成長率は、友釣りで漁獲されたアユが平均体重 27.6g で日間成長率 5.2%(n=4)、投網で漁獲されたアユが平均体重 17.0g で日間成長率 4.0%(n=19)であった。友釣りで漁獲されたアユの平均体重は、6 月 22 日に 37.8g、6 月 23 日に 36.4g、6 月 29 日に 67.9g で、7～9 月に漁獲されたアユの漁獲日別の平均体重は 46.1～83.8g であった。(図 3)

また、種苗を放流した 4 月 25 日の八勢川の日平均水温は 17.8℃、月平均水温は 5 月の八勢川が 18.0℃、御船川が 18.7℃、6 月の八勢川が 20.0℃、御船川が 20.8℃であった。(図 4)

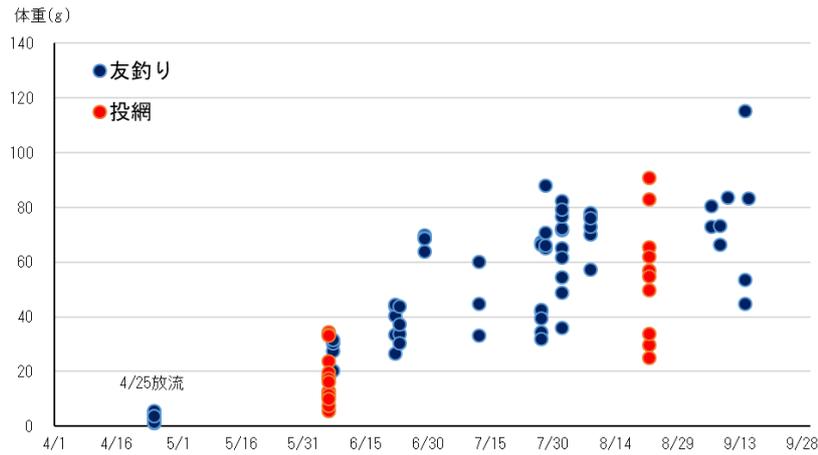


図3 八勢川における友釣り・投網で漁獲されたアユの体重



図4 八勢川・御船川における水温の推移

(2) 釣獲状況調査

釣獲日誌の記録から6～9月は友釣り、10月はがっくり掛けでの釣獲が行われており、算出された月平均のCPUE（1時間あたり釣獲尾数）は、6月が4.0尾/時間、7月が2.9尾/時間、8月が2.0尾/時間、9月が1.0尾/時間、10月が2.4尾/時間であった。

また、釣獲されたアユの全長は、6月は15～20cmが60%を占めており、7月になると15～20cmが51%と20～25cmが44%とほぼ同じ割合となり、8～9月は20～25cmが60%以上を占め、10月は52%が25cm以上であった。（図5）

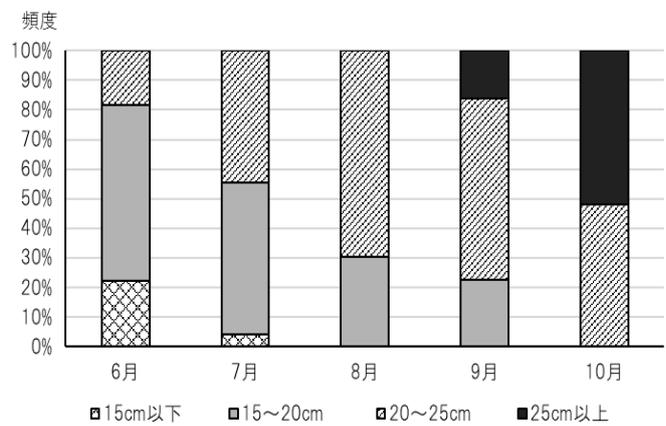


図5 御船川における釣獲アユの全長

県 単

水産研究イノベーション加速化事業Ⅰ（令和元（2019）～令和3（2021）年）

（八代海タチウオ等生態解明共同研究）

緒 言

我が国におけるタチウオ日本海・東シナ海系群の漁獲量は、以西底曳網漁業の衰退とともに急減した。一方、中国によるタチウオの漁獲量は1994年以降急増し、現在、タチウオ日本海・東シナ海系群における漁獲量の99.5%以上は周辺国によるものである。このような状況下、芦北町漁業協同組合(以下、「芦北町漁協」という)は、八代海で漁獲されるタチウオを田浦銀太刀としてブランド化する取組を行っているが、八代海を含む熊本県周辺海域と日本海・東シナ海のタチウオ資源が共通のものであれば、周辺国の漁獲圧による本県周辺海域資源への影響は不可避と考えられる。

そこで、八代海におけるタチウオ資源の持続的活用手法を提示するため、大学などと連携して本県周辺海域と日本海・東シナ海におけるタチウオが同一群なのか否かを明らかにすること、安定的なタチウオの水揚げおよびブランド化の推進のため、成熟や産卵状況等の生態を明らかにすることを目的に本事業を行った。

方 法

- 1 担当者 木村 修、荒木希世、白井厚太郎（東京大学）、望岡典隆（九州大学）
- 2 調査内容

（1）漁獲物の収集

①東シナ海漁獲物(成魚)、②八代海幼魚(八代海で漁獲された全長概ね50cm以下の個体)、③八代海漁獲物(成魚)について平成31年（2019年）4月から令和2年（2020年）2月まで買い取りにより漁獲物を収集した。

東シナ海の漁獲物のうち、定置網および棒受網は天草漁協から、底曳網は長崎県長崎市の山田水産(株)から入手した。

八代海の漁獲物のうち、曳釣りは芦北町漁協田浦本所および水俣市漁協、吾智網は津奈木漁協、羽瀬網は八代漁協および鏡町漁協、まき網および定置網は天草漁協から入手した(図1)。

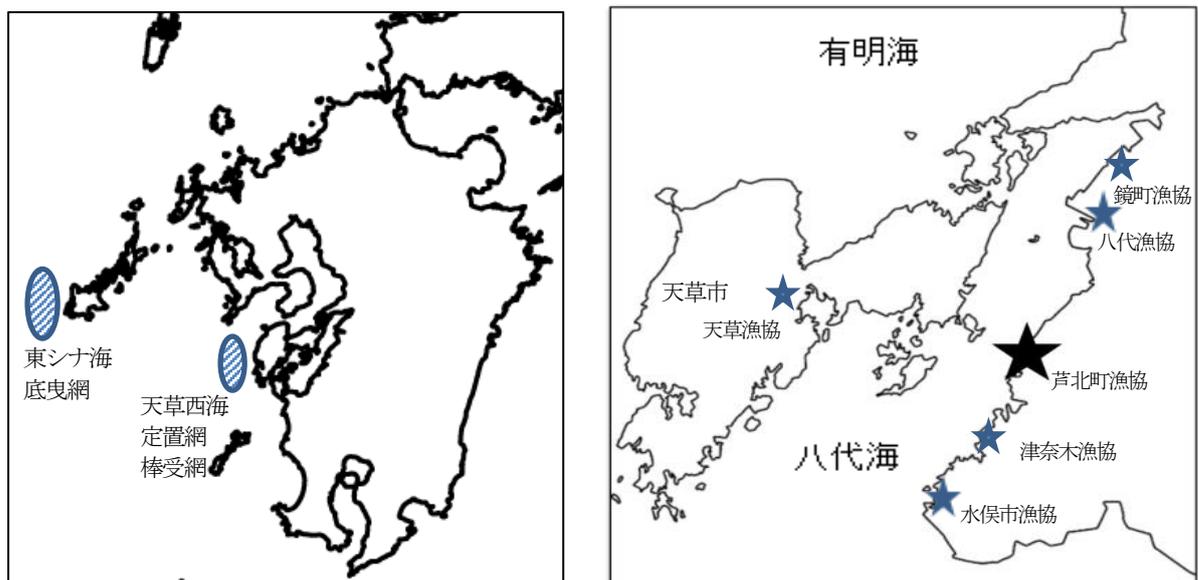


図1 漁獲物の調査位置図(左図：①東シナ海漁獲物、右図：②③八代海漁獲物)

(2) 耳石輪紋解析

漁獲物から採取した耳石の切片作成及び輪紋解析を民間業者に委託した。

平成 29 年度 (2017 年度) に採取した 20 検体、平成 30 年度 (2018 年度) に採取した 20 検体および令和元年度 (2019 年度) に採取した 50 検体の合計 90 検体を、耳石の長軸方向に直角で、かつ耳石 (扁平石) の中心部を残すように耳石切片を作成し輪紋解析を行った。

なお、解析に用いた 90 検体の内訳は、東シナ海漁獲物 20 検体(うち 10 検体は平成 30 年度 (2018 年度) 採取)、八代海幼魚 30 検体(うち 10 検体は平成 30 年度 (2018 年度) 採取)、八代海漁獲物 40 検体(うち 20 検体は平成 29 年度 (2017 年度) 採取)であった。

(3) 耳石中の微量元素の分析及び八代海産まれ個体の判別方法の検討

(2) 耳石輪紋解析で作成した耳石切片 90 検体について微量元素の分析を行い、八代海産まれ個体の判別方法を検討した。分析は平成 30 年度 (2018 年度)と同様に東京大学大気海洋研究所の研究受託制度を活用し、LA-ICP-MS 分析 (レーザー照射型誘導結合プラズマ質量分析) を行った。耳石中の微量元素の測定方法は、耳石中心核から縁辺まで幼魚は直径 $75\mu\text{m}$ 、成魚は $100\mu\text{m}$ のスポットで、レーザー波長 193nm 、発信周波数 20Hz 以下の条件で、Ca、Mn、Sr、Mg、Ba について測定した (図 2)。八代海産まれ個体の判別方法の検討には Mn/Ca 比および Sr/Ca 比を用いた。

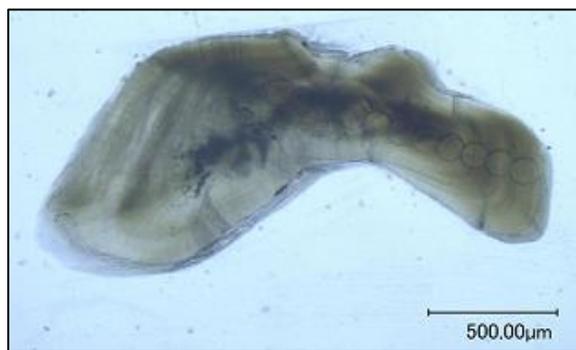


図 2 タチウオの耳石(LA-ICP-MS 分析後)

(4) 東シナ海からの八代海への移入時期の検討

東シナ海に生息していたタチウオが八代海に移入して漁獲されたときには、漁獲物に何らかの特徴が現れると考え、当センターで測定した平成 16 (2004) ~30 (2018) 年のタチウオ漁獲物について体重 (W) と体長 (L、肛門前長) との関係のアロメトリー式 ($W=aL^b$) に当てはめたときの相対成長係数 b、W と L の相関係数、生殖腺熟度指数 (GSI)、肥満度を調べ、東シナ海からの移入魚が含まれていると推測される漁獲物の耳石サンプルについて (2) の輪紋解析、(3) の耳石中の微量元素の分析を行い、東シナ海からの移入時期の検討を行った。

(5) 漁獲物データによる年別、月別、サイズ別の漁獲量の把握

天草漁協御所浦支所の平成 27(2015)~令和元 (2019) 年、芦北町漁協田浦本所の令和元年 (2019 年) のタチウオの漁獲データを整理・集計し、漁獲状況を調査した。

(6) 漁獲物データ、耳石輪紋解析データを活用した AGE-WEIGHT-KEY の作成および資源量の推定

(5) で整理した資料および平成 29 (2017) ~令和元 (2019) 年度に実施した耳石の輪紋解析のデータを活用し、平成 25 (2013) ~30 (2018) 年の熊本県海域のタチウオの資源量等を推定した。

結果

1 漁獲物の収集

表1のとおり合計464尾の漁獲物を収集した。

表1 令和元年度(2019年度)の海域別、漁法別、漁獲物一覧 (単位:尾)

	漁業種類	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
八代海	曳釣り		24		24	51	44				33		
	刺網												
	吾智網						37						55
	羽瀬網			79			13						
	まき網	20									5	2	
東シナ海	定置網												
	まき網												
	定置網												
	棒受け網							35					
	底曳網				42								

2 耳石輪紋解析

輪紋数毎の全長、肛門前長、体重の測定結果を表2に示した。

表2 耳石輪紋解析

輪紋数	全長mm			肛門前長mm			体重g			検体数
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	
0本	328	408	236	100	137	72	14.3	30.9	4.0	21
1本	604	788	334	188	250	100	112.4	227.4	13.1	17
2本	797	917	676	259	311	222	272.9	408.8	170.8	28
3本	957	1072	823	335	377	283	502.8	787.6	322.0	18
4本	1047	1120	928	390	411	357	784.7	965.8	637.8	6

3 耳石中の微量元素の分析及び八代海産まれ個体の判別方法の検討

(1) 採取海域毎の耳石のMn/C a比(mmol/mol)

① 東シナ海漁獲物(底曳網、定置網)

東シナ海底曳網(令和元年(2019年)7月、五島列島の西、農林漁区234, 235)の漁獲物の測定結果を図3に示した。Mn/C a比の測定値は、10個体のうち2個体を除いては概ね0.01以下で推移した。0.01を超える値を示した2個体のうち1個体については0.04を超えている計測点もあった。

天草西海の定置網(平成30年(2018年)11月、天草町沖)の漁獲物の測定結果を図4に示した。Mn/C a比の測定値は、東シナ海底曳網の個体とはパターンが異なり、中心付近は概ね0.01以下であるが、徐々に高くなり、中心から500~600 μ mにピークがある個体が多く見られた。また、そのピーク値が0.05を超える個体もあった。

② 八代海幼魚(羽瀬網、まき網)

八代海幼魚(平成30年(2018年)9月、鏡町沖羽瀬網)のMn/C a比の測定結果を図5に示した。中心核付近から外側に低いまま推移する個体、徐々に高くなる個体、中心付近から高い個体など多様なパターンが見られた。また、そのピーク値は0.07程度であった。

八代海幼魚(令和元年(2019年)9月、八代市羽瀬網)のMn/C a比の測定結果を図6に示した。先述した鏡町羽瀬網の測定結果より変動の幅は小さく、最も高い値は約0.035で、鏡町羽瀬網(図5)の半分程度であった。

八代海幼魚（平成 31 年（2019 年）4 月、柗本沖まき網）Mn/C a 比の測定結果を図 7 に示した。中心核付近は 0.01 以下の個体が 10 個体中 8 個体であったが、外側ではやや高くなる個体も 10 個体中 4 個体見られた。変動の幅は、先述した八代市羽瀬網（図 6）よりも更に小さく、ピーク値は約 0.02 であった。

これらの八代海幼魚においては、八代海湾奥で漁獲されたサンプルほど耳石中心付近の Mn/C a 比が高い値を示していた。

③ 八代海漁獲物（刺網、定置網、曳釣りの漁獲物）

刺網の漁獲物は、（4）東シナ海からの移入時期の検討のデータとしても利用するため、漁獲物の中から G S I が高かった個体（卵重量が概ね 100 g 以上あった個体）を 10 個体選んだものを刺網 A、G S I が高くなく肥満度が小さい個体を 10 個体選んだものを刺網 B とした。

八代海漁獲物（平成 29 年（2017 年）9 月、刺網 A）の Mn/C a 比の測定結果を図 8 に示した。全体的に変動幅が小さく、1 個体を除きピーク値は 0.035 以下で、①の天草西海の定置網の漁獲物の変動パターンに似ていた。

八代海漁獲物（平成 29 年（2017 年）9 月、刺網 B）の Mn/C a 比の測定結果を図 9 に示した。鏡町沖羽瀬網（図 5）に似たパターンであり、変動の幅も同じ程度で、ピーク値は約 0.07 であった。

八代海漁獲物（平成 30 年（2018 年）11 月、倉岳町沖定置網）の Mn/C a 比の測定結果を図 10 に示した。図 6 の八代市沖の羽瀬網漁獲物の幼魚に似た変動を示し、ピーク値は約 0.04 であった。

八代海漁獲物（令和元年（2019 年）7 月、水俣市沖曳釣り）の Mn/C a 比の測定結果を図 11 に示した。天草西海定置網（図 4）、八代市沖羽瀬網（図 6）、倉岳町沖定置網（図 10）の漁獲物の変動パターンと似ており、ピーク値は 0.037 であった。

④ 得られた数値について

令和元年度（2019 年度）の東シナ海底曳網漁獲物は、10 個体中 2 個体を除き Mn/C a 比は中心付近から外縁まで 0.01 以下で推移しており、平成 30 年度（2018 年度）と同様の結果が確認された。しかしながら、天草西海の定置網の漁獲物では、耳石中心から 300 μ m 付近の測定点以降に数値が上昇するパターンを示していた。これらのことから、東シナ海の本県沿岸域のタチウオのうち一部の個体は、東シナ海（外海）で生まれてからマンガンの濃度の高い内海域に移動して、再び東シナ海に移動する個体が存在することが示唆された。

八代海幼魚については、平成 30 年度（2018 年度）の結果においては、耳石中心部付近から 0.01 以上で推移する個体が多かったが、令和元年度（2019 年度）の調査では、中心部付近が 0.01 以下の個体も多く見られ、東シナ海（マンガンの濃度の低い海域）生まれの幼魚も八代海に多く生息していることが示唆された。

八代海漁獲物については、平成 30 年度（2018 年度）と同様に、中心部の Mn/C a 比が低い個体も高い個体も見られた。このことから八代海の漁獲物の中には東シナ海から移動して漁獲される個体が存在することが示唆された。

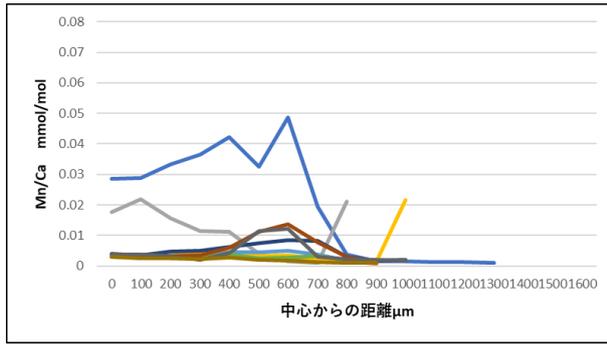


図3 東シナ海底曳網漁獲物の耳石 Mn/Ca 比

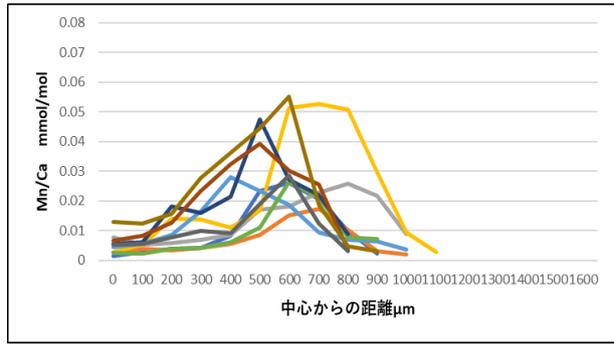


図4 天草西海定置網漁獲物の耳石 Mn/Ca 比

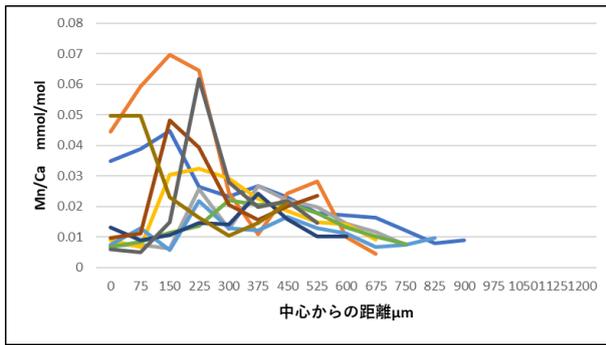


図5 八代海幼魚（羽瀬網、鏡町沖）の耳石 Mn/Ca 比

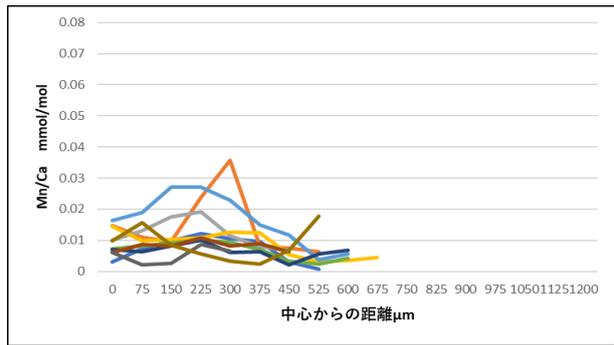


図6 八代海幼魚（羽瀬網、八代市沖）の耳石 Mn/Ca 比

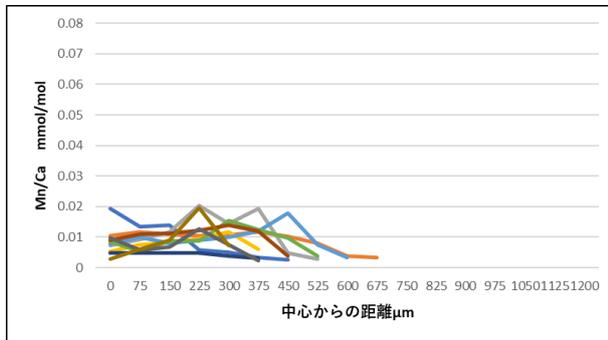


図7 八代海幼魚（まき網、栖本沖）の耳石 Mn/Ca 比

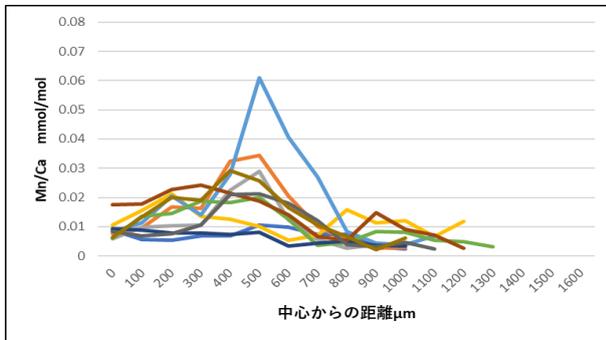


図8 八代海漁獲物（刺網A）の耳石 Mn/Ca 比

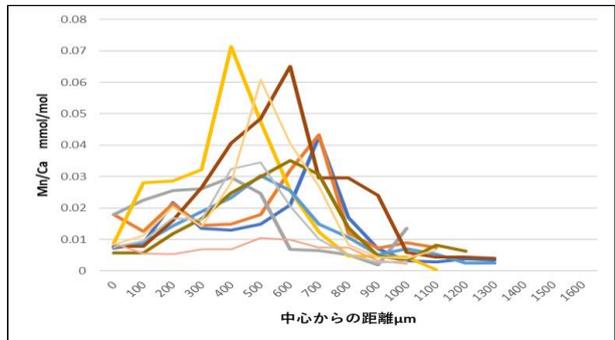


図9 八代海漁獲物（刺網B）の耳石 Mn/Ca 比

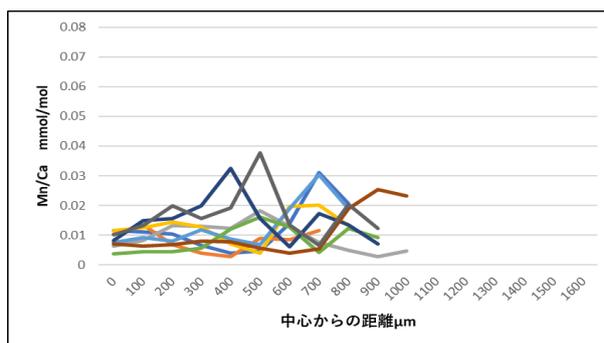
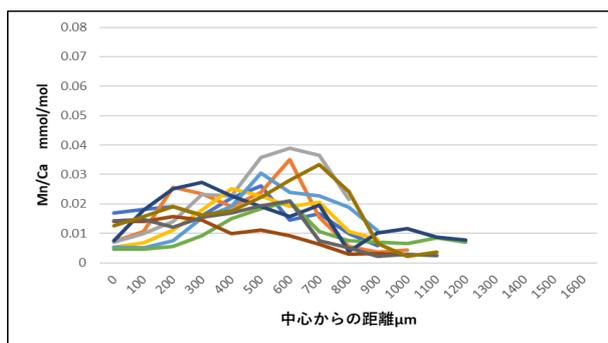


図 10 八代海漁獲物(倉岳町沖定置網)の耳石 Mn/Ca 比 図 11 八代海漁獲物(水俣市沖曳釣り)の耳石 Mn/Ca 比

(2) 採取海域毎の耳石の Sr/Ca 比(mmol/mol)

① 東シナ海漁獲物(底曳網、定置網)

東シナ海底曳網(令和元年(2019年)7月、五島列島の西、農林漁区246)の漁獲物の Sr/Ca 比の測定結果を図 12 に示した。1.5~4.0 以上まで変動し、耳石外縁付近で高くなる個体が多く見られ、昨年度の調査結果と類似した傾向であった。

天草西海の定置網(平成30年(2018年)11月、天草町沖)の漁獲物の測定結果を図 13 に示した。東シナ海底曳網と同じような変動を示し、変動幅は 1.6~3.5 であった。

② 八代海幼魚(羽瀬網、まき網)

八代海幼魚(平成30年(2018年)9月、鏡町沖羽瀬網)の Sr/Ca 比の測定結果を図 14 に示した。中心付近から外縁付近まで低いまま推移する個体、徐々に高くなる個体、一旦高くなり低くなる個体など多様なパターンが見られた。耳石外縁付近で低くなる個体が多く、変動幅は 1.6~3.2 であった。

八代海幼魚(令和元年(2019年)6月、八代市羽瀬網)の Sr/Ca 比の測定結果を図 15 に示した。耳石中心付近から同じレベルで推移し、外縁付近で低くなる個体が多かった。変動幅は 1.8~2.8 であった。

八代海幼魚(平成31年(2019年)4月、栖本沖まき網)の Sr/Ca 比の測定結果を図 16 に示した。先述した鏡町沖羽瀬網と類似した変動パターンが見られた。変動幅は、1.8~3.0 であった。

③ 八代海漁獲物(刺網、定置網、曳釣り)

八代海漁獲物(平成29年(2017年)9月、芦北町沖刺網A)の Sr/Ca 比の測定結果を図 17 に示した。これは、漁獲物の中から GSI が高かった個体(卵重量が概ね 100 g 以上あった個体)を 10 個体選んだものである。変動幅は 1.8~3.0 であった。

八代海漁獲物(平成29年(2017年)9月、芦北町沖刺網B)の Sr/Ca 比の測定結果を図 18 に示した。これは、同じ刺網漁獲物の中で GSI が高くなく肥満度が小さい個体を 10 個体選んだものである。変動幅は 1.7~2.9 であった。

八代海漁獲物(平成30年(2018年)11月、倉岳町沖定置網)の Sr/Ca 比の測定結果を図 19 に示した。東シナ海の漁獲物(図 12 及び 13)の変動パターンと似た耳石中心付近から外縁に向かって高くなる個体が多く見られた。変動幅は 1.7~3.3 であった。

八代海漁獲物(令和元年(2019年)7月、水俣市沖曳釣り)の Sr/Ca 比の測定結果を図 20 に示した。先に示した倉岳町沖定置網の逆で、耳石中心付近から外縁に向かって低くなる個体が多く見られた。八代海幼魚(図 14、15 及び 16)の変動パターンと似ており、変動幅は 1.6~3.0 であった。

④ 得られた数値について

八代海漁獲物は、芦北町沖刺し網、倉岳町沖定置網、水俣市沖曳釣りの3種類それぞれが変動パターンが異なっており、回遊生態の違いがパターンの違いとなって表れていると考えられた。中でも水俣市沖曳釣り(図20)について見ると、ストロンチウム濃度が高い海域から低い海域へ移動してきたと考えられ、また、図11のMn/Ca比の測定結果について考えると図11は2個体を除いて耳石中心より外縁部が高く、マンガン濃度の低い海域から高い海域へ移動していると考えられた。昨年度の八代海の海水中の微量元素の調査では、湾奥ほどマンガン含有量が高くストロンチウム濃度は低いという結果であるため、この水俣市沖曳釣りの個体の多くは外海(東シナ海)から八代海に入ってきたことが、マンガン、ストロンチウムの両方の推移から推察された。このように、マンガンとストロンチウムの両方を見ることでより正確に回遊生態が解明できる場合があると考えられた。Sr/Ca比は、Mn/Ca比ほど明確な差はみられないが、Mn/Ca比による回遊生態の解明を補足するデータとして活用できると考えられた。

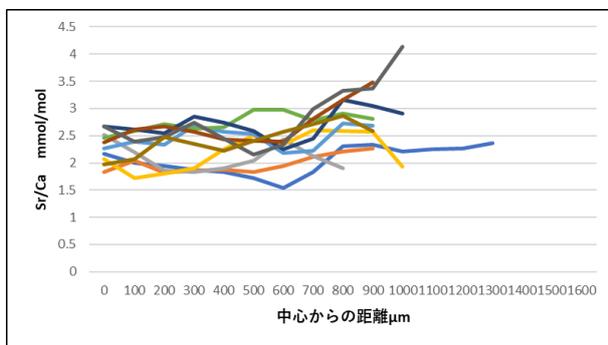


図12 東シナ海底曳網漁獲物の耳石 Sr/Ca 比

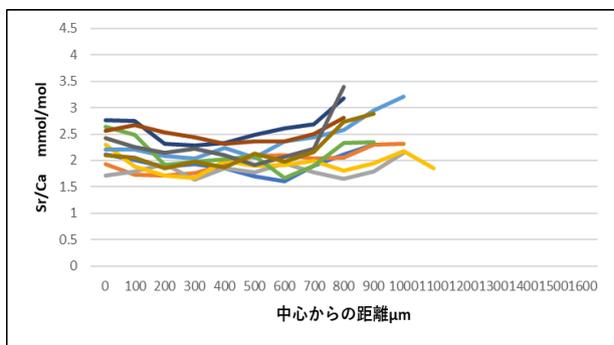


図13 天草西海定置網漁獲物の耳石 Sr/Ca 比

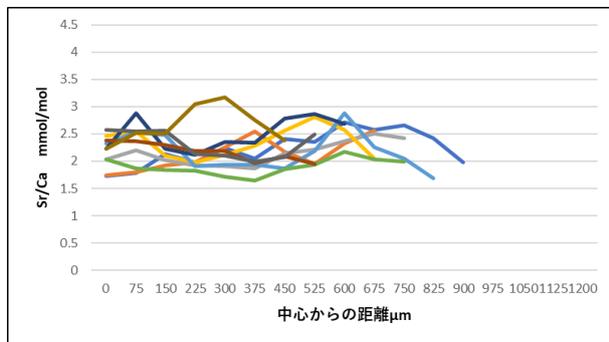


図14 八代海幼魚(羽瀬網、鏡町沖)の耳石 Sr/Ca 比

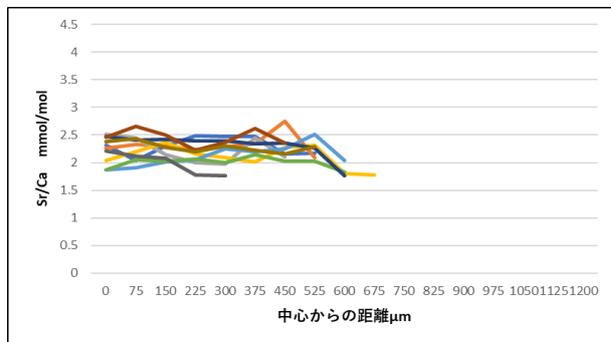


図15 八代海幼魚(羽瀬網、八代市沖)の耳石 Sr/Ca 比

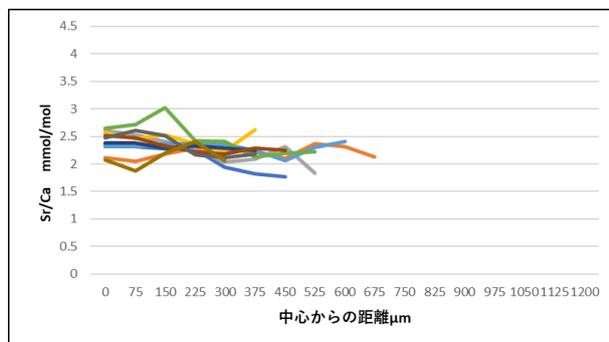


図16 八代海幼魚(まき網、栖本沖)の耳石 Sr/Ca 比

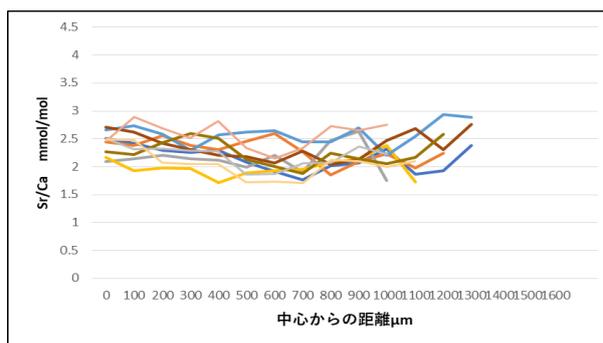
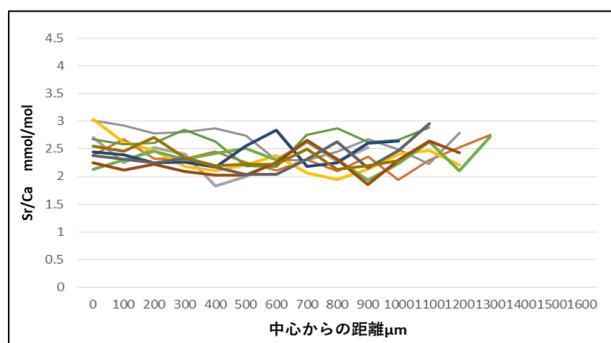


図 17 八代海漁獲物(刺網 A、芦北町沖)の耳石 Sr/Ca 比

図 18 八代海漁獲物(刺網 B、芦北町沖)の耳石 Sr/Ca 比

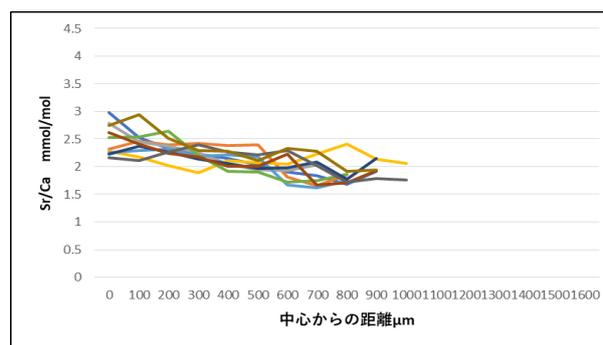
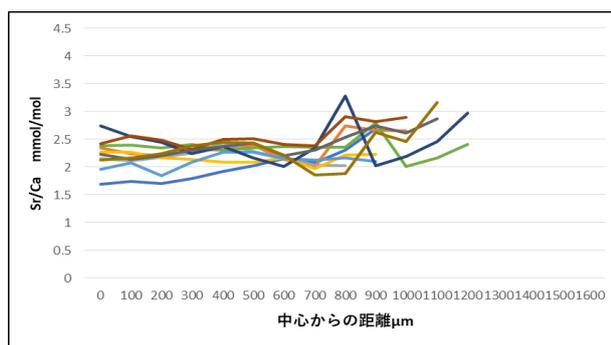


図 19 八代海漁獲物(定置網、倉岳町沖) の耳石 Sr/Ca 比

図 20 八代海漁獲物(曳釣り、水俣市沖)の耳石 Sr/Ca 比

(3) 採取海域毎の耳石中心核周辺部のMn/Ca比(mmol/mol)とSr/Ca比(mmol/mol)

(1) 及び(2)で分析したサンプルの耳石中心核付近と隣接する2点の合計3点のMn/Ca比及びSr/Ca比の平均値について以下に示した。また、平成30年度(2018年度)の分析で東シナ海産まれの判断基準としたMn/Ca比が、0.01未満と、東シナ海の漁獲物のSr/Ca比の最低値であった1.89以上の個体数について表3に示した。

① 東シナ海漁獲物(底曳網、定置網)

東シナ海底曳網漁獲物(令和元年(2019年)7月)の散布図を図21に示した。Mn/Ca比は、0.01以下~0.030、Sr/Ca比は1.865~2.605であった。

天草西海の定置網漁獲物(平成30年(2018年)11月)の散布図を図22に示した。Mn/Ca比は0.01以下~0.014、Sr/Ca比は1.792~2.609であった。

② 八代海幼魚(羽瀬網、まき網)

八代海幼魚(平成30年(2018年)9月、鏡町沖羽瀬網)の散布図を図23に示した。Mn/Ca比は、0.01以下~0.058で、Sr/Ca比は1.822~2.561であった。

八代海幼魚(令和元年(2019年)6月、八代市羽瀬網)の散布図を図24に示した。Mn/Ca比は、0.01以下~0.021で、Sr/Ca比は1.933~2.540であった。

八代海幼魚(平成31年(2019年)4月、栖本沖まき網)の散布図を図25に示した。Mn/Ca比は、0.01以下~0.016で、Sr/Ca比は2.044~2.795であった。

③ 八代海漁獲物(刺網、定置網、曳釣り)

八代海漁獲物(平成29年(2017年)9月、芦北町沖刺網A)の散布図を図26に示した。Mn/Ca

比は、0.01 以下～0.022 で、Sr/Ca 比は 2.024～2.659 であった。

八代海漁獲物(平成 29 年 (2017 年) 9 月、芦北町沖刺網B)の散布図を図 27 に示した。Mn/Ca 比は、0.01 以下～0.016 で、Sr/Ca 比は 2.199～2.908 であった。

八代海漁獲物(平成 30 年 (2018 年) 11 月、倉岳町沖定置網)の散布図を図 28 に示した。Mn/Ca 比は、0.01 以下～0.018 で、Sr/Ca 比は 1.711～2.582 であった。

八代海漁獲物(令和元年 (2019 年) 7 月、水俣市沖曳釣り)の散布図を図 29 に示した。Mn/Ca 比は、0.01 以下～0.014 で、Sr/Ca 比は 2.160～2.737 であった。

④ 得られた数値について

昨年度、東シナ海産まれと判断する指標としたMn/Ca 比が 0.01 未満の個体の割合は、東シナ海底曳網漁獲物と天草西海棒受網・まき網漁獲物は 100%であったが、令和元年度 (2019 年度) の東シナ海底曳網漁獲物(図 21)と天草西海定置網漁獲物(図 22)はそれぞれ 80%であった。また、Sr/Ca 比は平成 30 年度 (2018 年度) の分析では、東シナ海産は全て 1.89 以上であったが、今回の分析では 1.89 以上の割合は 80%であった。

八代海幼魚は、平成 30 年度 (2018 年度) の分析では、Mn/Ca 比が 0.01 未満の個体の割合は 6% (2 個体/35 個体) であったが、今回の分析では 53%(16 個体/30 個体)であった。Sr/Ca 比が 1.89 以上の個体も昨年度の分析では 83%(29 個体/35 個体)であったが、今回は 93%(28 個体/30 個体)であった。

八代海漁獲物の平成 30 年度 (2018 年) のMn/Ca 比が 0.01 未満の割合は 30%(6 個体/20 個体)であったが、今回も 30%(12 個体/40 個)であった。Sr/Ca 比が 1.89 以上の個体は昨年度の分析では 100%(20 個体/20 個体)であったが、今回は 98%(39 個体/40 個体)であった。平成 29 年度 (2017 年) から今年度までの 3 か年間に分析した八代海漁獲物のMn/Ca 比が 0.01 未満の割合は、27% (51 個体/190 個体)であった。

昨年度の結果からSr/Ca 比が 1.89 以上は、東シナ海生まれの目安と考えたが、今年度の結果では東シナ海漁獲物以外も多くが 1.89 以上であり、東シナ海生まれの目安にはならないと考えられた。

表 3 Mn/Ca 比が 0.01 未満の個体数、Sr/Ca 比が 1.89 以上の個体数

漁獲場所等	分析サンプル数	Mn/Ca 比が 0.01 未満の個体数	Sr/Ca 比が 1.89 以上の個体数
東シナ海底曳網漁獲物(令和元年 7 月)	10	8	8
天草西海の定置網漁獲物(平成 30 年 11 月)	10	8	8
八代海幼魚 (平成 30 年 9 月、鏡町沖羽瀬網)	10	4	8
八代海幼魚(令和元年 6 月、八代市羽瀬網)	10	5	10
八代海幼魚 (平成 31 年 4 月、栖本沖まき網)	10	7	10
八代海漁獲物(平成 29 年 9 月、芦北町沖刺網A)	10	2	10
八代海漁獲物(平成 29 年 9 月、芦北町沖刺網B)	10	3	10
八代海漁獲物(平成 30 年 11 月、倉岳町沖定置網)	10	3	9
八代海漁獲物(令和元年 7 月、水俣市沖曳釣り)	10	4	10

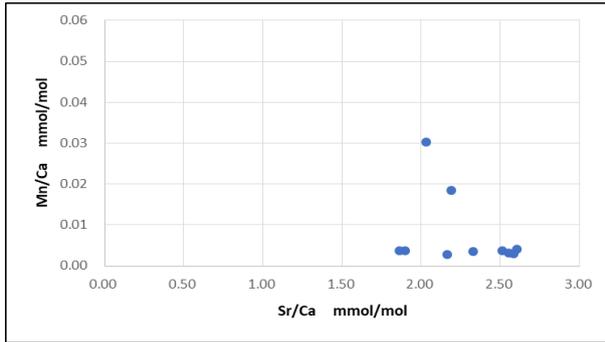


図 21 東シナ海底曳網漁獲物の耳石 Mn/Ca、Sr/Ca 比

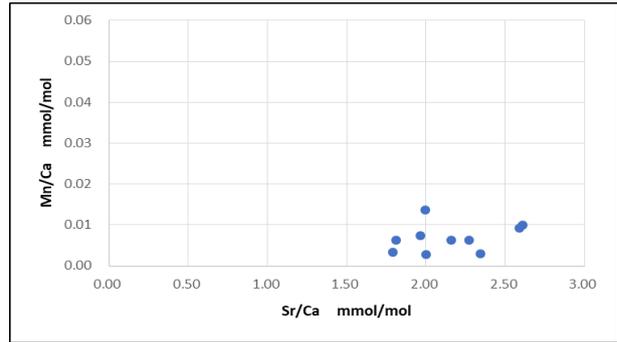


図 22 天草西海定置網漁獲物の耳石 Mn/Ca、Sr/Ca 比

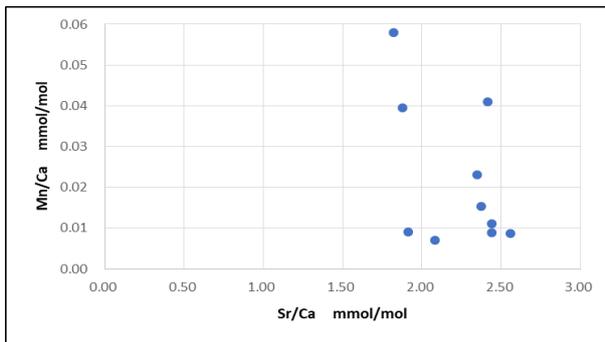


図 23 八代海幼魚(羽瀬網、鏡町沖)の耳石 Mn/Ca、Sr/Ca 比

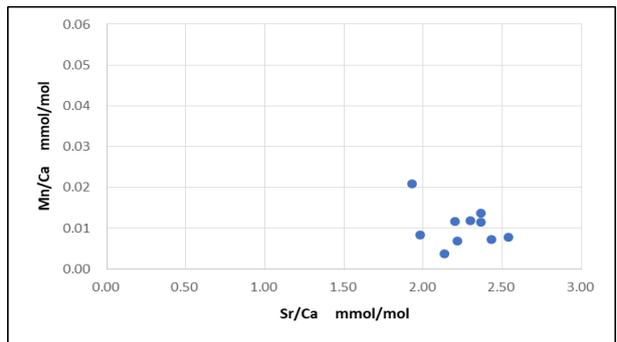


図 24 八代海幼魚(羽瀬網、八代市沖)の耳石 Mn/Ca、Sr/Ca 比

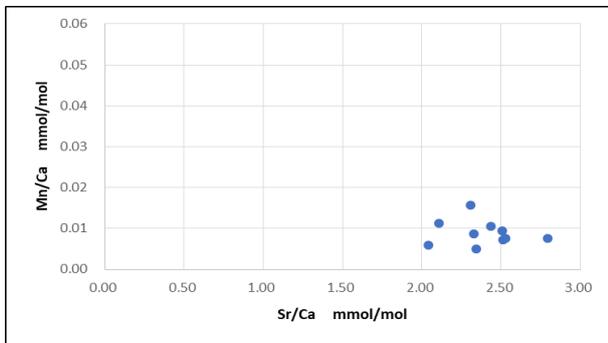


図 25 八代海幼魚(栖本沖まき網)の耳石 Mn/Ca、Sr/Ca 比

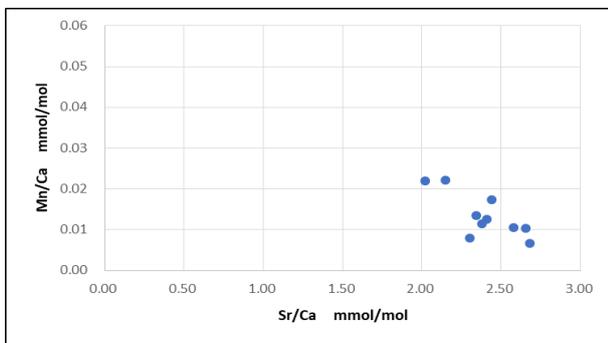


図 26 八代海漁獲物(刺網A)の耳石 Mn/Ca、Sr/Ca 比

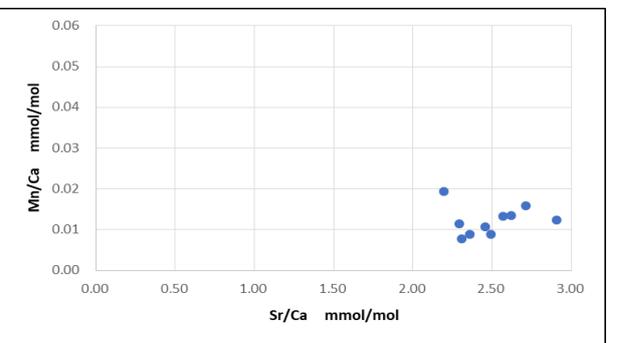


図 27 八代海漁獲物(刺網B)の耳石 Mn/Ca、Sr/Ca 比

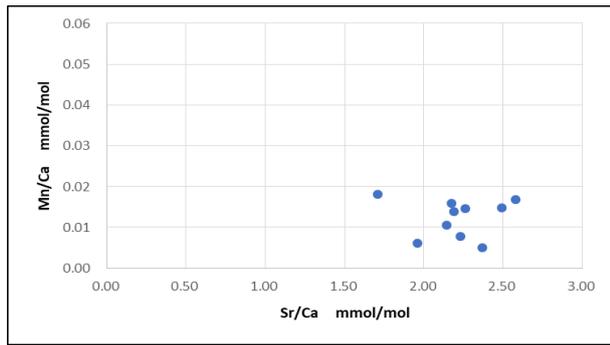


図 28 八代海漁獲物(倉岳町沖定置網)の耳石 Mn/Ca、Sr/Ca 比

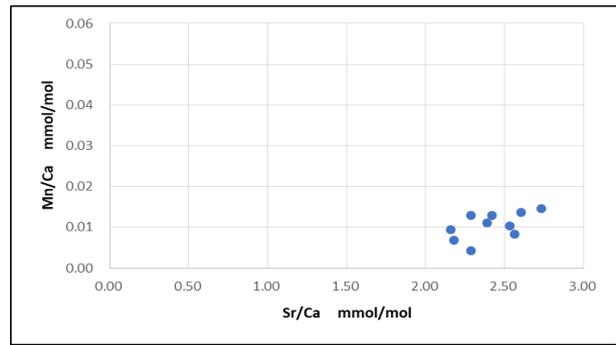


図 29 八代海漁獲物(水俣市沖曳釣り)の耳石 Mn/Ca、Sr/Ca 比

(4) 東シナ海からの移入時期の検討

過去に当センターで測定した平成 16 (2004) ~30 (2018) 年のタチウオ漁獲物 (漁獲場所や漁法は異なる) について、体重 (W) と体長 (L、肛門前長) との関係をアロメトリー式 ($W=aL^b$) に当てはめたときの相対成長係数 b 、W と L の相関係数、生殖腺熟度指数 (G S I : 生殖腺重量/(体重-生殖腺重量))、肥満度 (肛門長/体重³*1000) を求めた。このうち特異的な値が見られるサンプルについて LA-CP-MS による分析を行い、東シナ海からの移入魚であるか否かを検討した。なお、計算にあたっては、アロメトリー式を対数にして $\ln W = \ln a + b \ln L$ として、 $\ln W$ と $\ln L$ の直線回帰により b を求め、その相関係数 R^2 を使用した。

図 30 に採取日毎の相対成長係数と相関係数を示した。一般的に相対成長係数は通常 3 前後になるとされるが、大きく低下して 2 以下になっている個体が見られる (日付のみの場合は曳釣りによる漁獲)。また、そのときは相関係数も下がっておりサンプルのバラつきが大きいと考えられる。このような現象は年に 1、2 回見られるため東シナ海からの加入によると考えた。次に、耳石サンプルが残っている平成 27 年 (2015 年) 以降の個体について図 31 に示した。平成 28 年 (2016 年) 9 月、平成 29 年 (2017 年) 9 月刺網など相対成長係数と相関係数がともに下がっているところを○で囲んだ (図 31)。平成 28 年 (2016 年) 9 月は、平成 29 年度 (2017 年度) に分析しており Mn/Ca 比が 0.01 未満の個体数 (東シナ海生まれ) の割合は 35%であったので、平成 29 年 (2017 年) 9 月刺網と平成 30 年 (2018 年) 11 月倉岳町沖定置網のサンプルについて、LA-ICP-MS による微量成分分析を行い、移入魚の混入状況を検討した。 $\ln W$ と $\ln L$ の関係について、平成 29 年 (2017 年) 9 月刺網の場合を図 32 に、平成 30 年 (2018 年) 11 月倉岳町沖定置網の場合を図 33 に示した。中でも平成 30 年 (2018 年) 11 月倉岳町定置網は、相対成長係数が 0.98、相関係数が 0.41 と非常に低かった。

Mn/Ca 比が 0.01 未満の個体数、Sr/Ca 比が 1.9 以上の個体数、両方に合致する個体数は、平成 29 年 (2017 年) 9 月刺網では Mn/Ca 比が 0.01 未満 (東シナ海生まれと思われる) 個体では 25% (5 個体/20 個体)、平成 30 年 (2018 年) 11 月倉岳町沖定置網では、30% (3 個体/10 個体) であった (表 3)。また、平成 29 年 (2017 年) 9 月刺網では、A (G S I の高い個体) 20% (2/10 個体)、B (肥満度が高い個体) 30% (3/10 個体) であった。

このほか、平成 30 年度 (2018 年) の調査では八代海幼魚には Mn/Ca 比が 0.01 未満の個体がほとんど見られなかったが、今回は 53% (16 個体/30 個体) を占めていたことから、幼魚のときに Mn 濃度の低い海域 (東シナ海) から入ってくる個体も多いと考えられた。

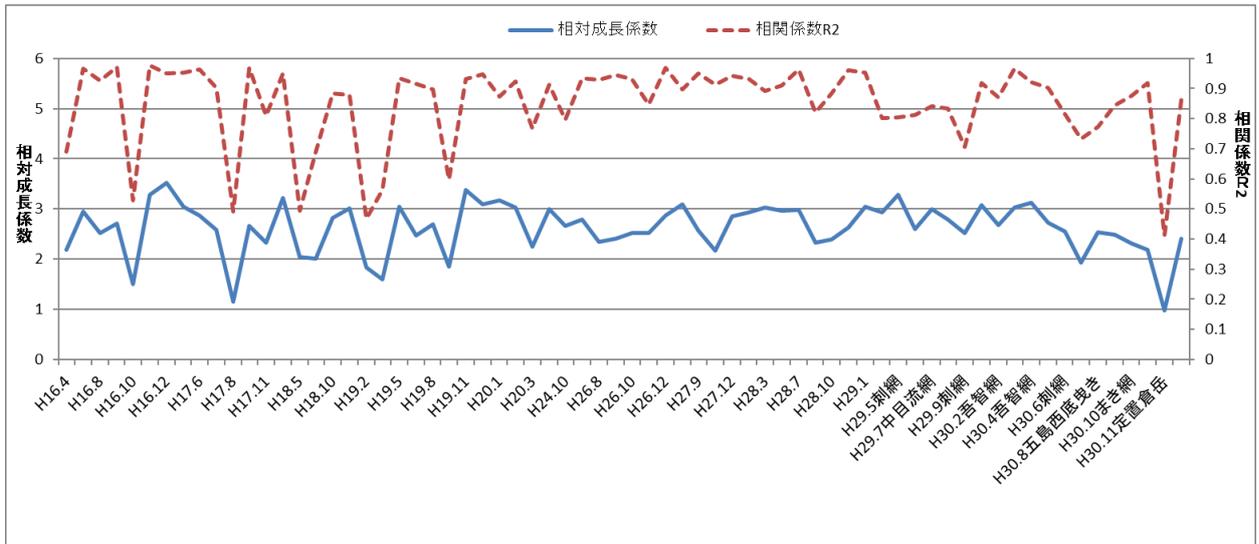


図30 平成16～30年のタチウオ漁獲物の相対成長係数と相関係数

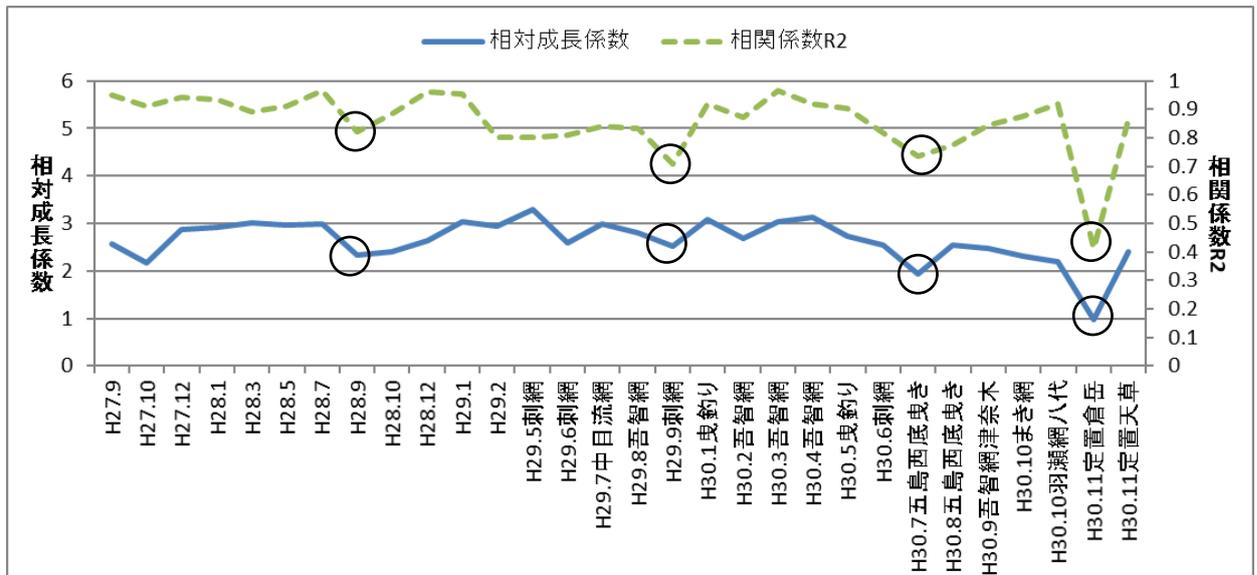


図31 平成27～30年のタチウオ漁獲物の相対成長係数と相関係数

○を付けたところは、相対成長係数と相関係数がともに低いサンプル

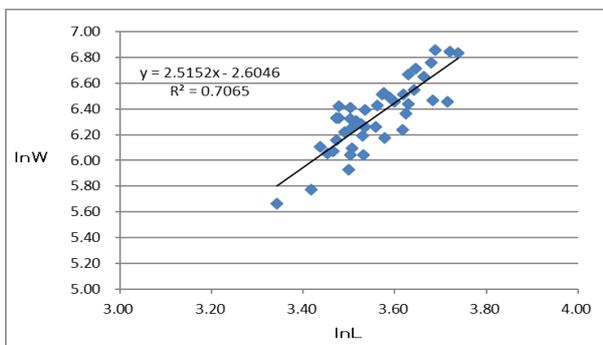


図32 平成29年9月刺網のLnWとLnLの関係

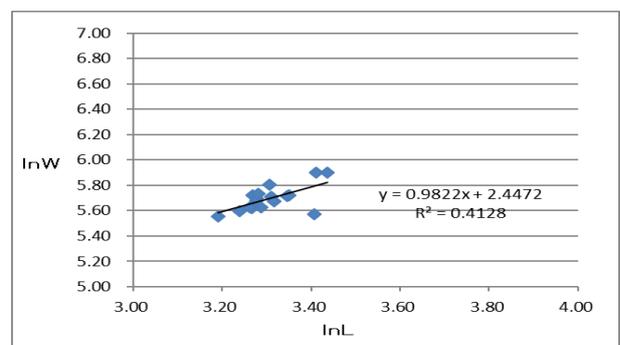


図33 平成30年11月倉岳町沖定置網の

LnWとLnLの関係

(5) 漁獲物データによる年別、月別、サイズ別の漁獲量の把握

天草漁協御所浦支所と芦北町漁協田浦本所の平成 27 (2015) ~令和元 (2019) 年のタチウオの本数別漁獲箱数を図 34、35 に、年間の漁獲量を図 36、37 に示した。天草漁協御所浦支所は、吾智網が主体で、芦北漁協田浦本所はほとんどが曳釣りであり、図 34 と 35 にその特徴が表れている。本数のピークを見ると大型魚は 8 本付近、中形魚は 15 本付近、小型魚は 20 本付近にあるが、天草漁協御所浦支所はもう一つ 25 本付近にもピークがあるため吾智網は、より小型魚を漁獲していることがうかがえた。月別の漁獲量をみると、天草漁協御所浦支所は 1 月から 4 月に漁獲が集中しているが、芦北町漁協田浦本所は 3 月が少ない以外、年間を通じて漁獲されていた (図 36、図 37)。年間の漁獲量では、御所浦支所は平成 28 年 (2016 年) に減少したが以降は横ばいから微増、芦北漁協田浦本所では、同じく平成 28 年 (2016 年) に減少し、その後増加したが以降はやや減少傾向にある (図 38、図 39)。

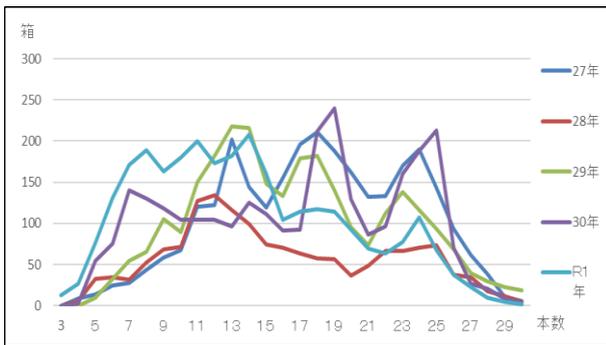


図 34 天草漁協御所浦支所のタチウオ漁獲状況

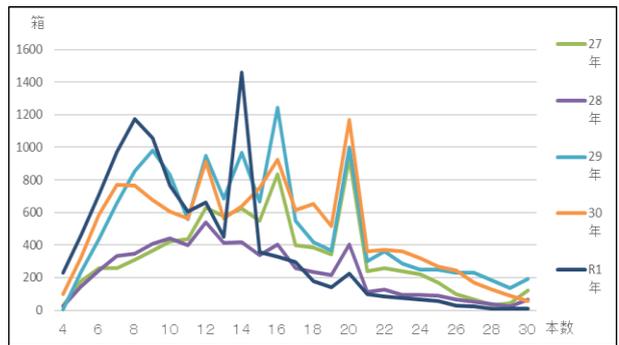


図 35 芦北町漁協田浦本所のタチウオ漁獲状況

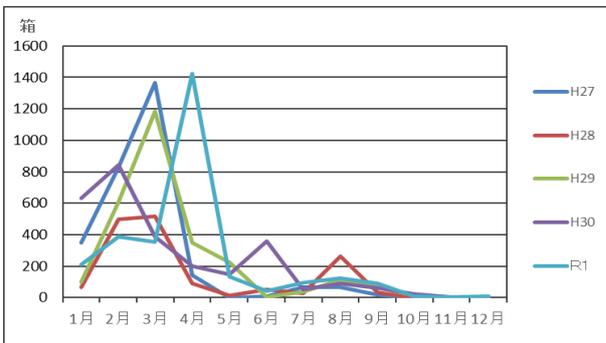


図 36 天草漁協御所浦支所のタチウオ月別漁獲量

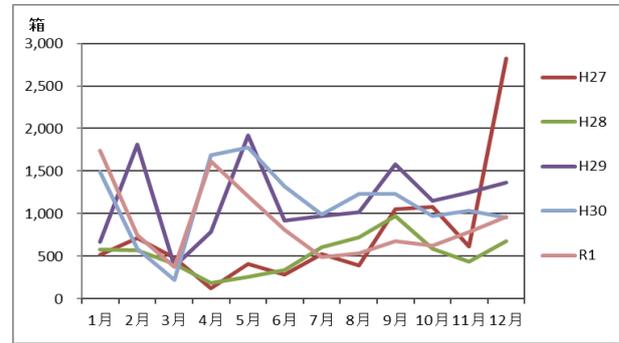


図 37 芦北町漁協田浦本所のタチウオ月別漁獲量

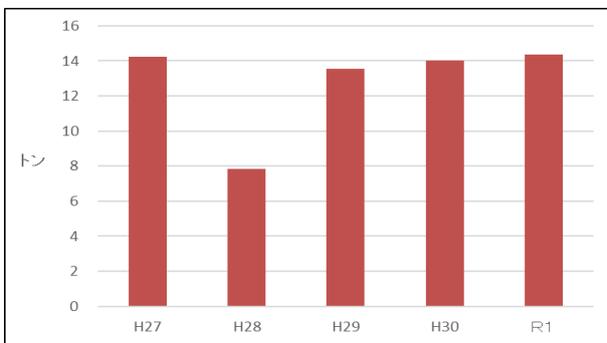


図 38 天草漁協御所浦支所のタチウオ年間漁獲量

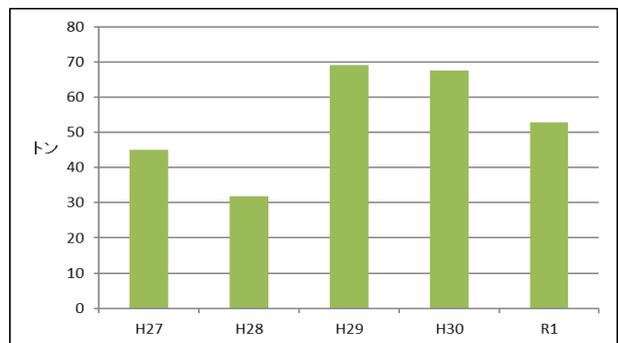


図 39 芦北町漁協田浦本所のタチウオ年間漁獲量

(6) 漁獲物データ、輪紋解析データを活用した AGE-WEIGHT-KEY の作成、資源量の推定

(5) の本数別の漁獲箱数に各本数を掛け、5kg/本数で示される平均体重毎の漁獲尾数を算出した(本数Y、箱数Nとして、平均体重 $5/Y$ kg の個体がYN尾)。この方法で、4本/箱の平均体重 1.250kg から 30本/箱の平均体重 0.167kg まで 27通りの重量別の漁獲尾数として平成 25 (2013) ~令和元 (2019) 年の体重別漁獲尾数を算出した(表4)。また、平成 29 (2017)、30 (2018) 年度に輪紋解析した耳石 149個のデータ(八代海漁獲物)を使用して平成 30年度(2018年)に作成した AGE-WEIGHT-KEY に、今回、令和元年度 (2019年度) の耳石輪紋解析のデータを追加して(合計 226 個体)、修正 AGE-WEIGHT-KEY を作成した(表5)。表6には使用したパラメータを示した。修正した AGE-WEIGHT-KEY では、各年令の平均体重のバランスは良くなったが、平成 30年度 (2018年度) に比べ 4才以下で全て平均体重が減少したために資源尾数等が昨年より多く推定されることになった。この修正 AGE-WEIGHT-KEY に表4の体重別漁獲尾数を当てはめ、平成 25 (2013) ~30 (2018) 年の農林水産統計の熊本県のタチウオ漁獲量で引き延ばして熊本県全体の年齢別漁獲尾数(図40)と年齢別漁獲重量(図41)を算出した。また、この年齢別漁獲尾数を元にVPA解析(コホート解析)を行い、年齢別資源尾数(図42)、年齢別資源重量(図43)、年齢別漁獲割合(表7)を推定した。

年齢別漁獲尾数を、修正した AGE-WEIGHT-KEY を用いて推定したところ、平成 30年度 (2018年度) と若干異なるものの依然として 0才と 1才で 8割以上を占めていた。年齢別漁獲重量は、1才が最も多く 45%を占めた。資源尾数は、平成 27年 (2015年) は 366万尾まで減少したが、平成 30年 (2018年) は 641万尾に増加した。資源重量は、平成 27年 (2015年) の 1,323トンから増加傾向で平成 30年 (2018年) には 2,294トンになった。単年度毎の対数回帰法で得られた年齢別資源尾数と年齢別資源重量の推定値(図44、図45)では、VPAの解析結果とは若干異なるものの、VPAの場合と同様に、近年の資源尾数と資源重量はともに増加傾向を示した。また、年齢別漁獲割合は、1才が最も高く平成 25 (2013) ~30 (2018) 年の平均は 0.41であった。

表4 芦北町漁協のタチウオ曳釣りの平均体重別の漁獲尾数

体重kg	1.250	1.000	0.833	0.714	0.625	0.556	0.500	0.455	0.417	0.385	0.357	0.333	0.313	0.294
H25	0	300	1,398	2,604	4,088	5,076	5,360	5,786	8,568	7,969	9,352	8,775	12,736	8,024
H26	198	1,088	1,973	2,632	2,760	3,362	3,624	4,000	5,030	5,850	6,657	6,164	8,669	7,645
H27	106	889	1,549	1,823	2,489	3,287	4,212	4,791	7,531	7,487	8,735	8,268	13,361	6,808
H28	99	732	1,459	2,348	2,796	3,687	4,404	4,398	6,492	5,357	5,883	5,044	6,472	4,404
H29	28	1,176	2,630	4,616	6,835	8,829	8,318	6,151	11,361	8,886	13,565	10,031	19,902	9,352
H30	388	1,618	3,521	5,393	6,134	6,066	6,046	6,179	10,937	7,349	8,966	11,261	14,758	10,452
R1	925	2,302	4,248	6,807	9,397	9,498	7,671	6,669	7,939	5,888	20,405	5,327	5,284	5,042
体重kg	0.278	0.263	0.250	0.238	0.227	0.217	0.208	0.200	0.192	0.185	0.179	0.172	0.167	計
H25	8,838	6,650	17,920	4,998	6,182	7,774	6,648	4,450	2,730	1,377	1,064	667	0	149,334
H26	6,665	5,607	17,420	6,352	7,695	6,887	6,751	6,979	5,737	4,629	3,217	2,571	1,200	141,363
H27	6,925	6,470	18,640	5,079	5,677	5,563	5,345	4,194	2,533	1,754	952	1,175	3,668	139,310
H28	4,267	4,072	8,043	2,372	2,810	2,116	2,293	2,265	1,724	1,441	1,098	683	1,978	88,737
H29	7,516	6,922	19,996	6,353	7,980	6,586	5,953	6,256	5,991	6,221	5,076	3,985	5,757	206,271
H30	11,703	9,848	23,413	7,584	8,206	8,283	7,709	6,656	6,377	4,513	3,549	2,615	1,693	201,216
R1	3,227	2,682	4,473	2,029	1,878	1,701	1,567	1,374	763	705	221	291	317	118,629

表5 AGE-WEIGHT-KEY (平成29年度、30年度及び令和元年度の輪紋解析の個体による)

Lower g	Upper g	0才	1才	2才	3才	4才	5才	Lower g	Upper g	0才	1才	2才	3才	4才	5才
100	120	82.1%	2.5%	14.9%	0.4%	0.0%	0.0%	820	840	0.0%	6.5%	7.9%	19.4%	46.9%	19.4%
120	140	92.5%	1.8%	5.5%	0.2%	0.0%	0.0%	840	860	0.0%	4.8%	6.9%	19.1%	47.1%	22.0%
140	160	96.2%	1.4%	2.4%	0.1%	0.0%	0.0%	860	880	0.0%	3.6%	5.9%	18.9%	46.5%	25.0%
160	180	97.5%	1.2%	1.2%	0.0%	0.0%	0.0%	880	900	0.0%	2.7%	5.1%	18.7%	45.2%	28.3%
180	200	97.9%	1.3%	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	900	920	0.0%	2.0%	4.4%	18.4%	43.2%	32.0%
200	220	97.8%	1.6%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	920	940	0.0%	1.5%	3.8%	18.1%	40.6%	36.0%
220	240	97.1%	2.3%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	940	960	0.0%	1.1%	3.2%	17.8%	37.4%	40.5%
240	260	95.4%	3.9%	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	960	980	0.0%	0.8%	2.8%	17.4%	33.8%	45.2%
260	280	91.3%	7.6%	1.0%	0.1%	0.0%	0.0%	980	1000	0.0%	0.6%	2.3%	17.0%	29.9%	50.2%
280	300	81.6%	16.6%	1.7%	0.1%	0.0%	0.0%	1000	1020	0.0%	0.4%	2.0%	16.4%	25.9%	55.3%
300	320	60.9%	35.8%	3.0%	0.3%	0.0%	0.0%	1020	1040	0.0%	0.3%	1.6%	15.7%	21.9%	60.4%
320	340	31.5%	63.5%	4.5%	0.5%	0.0%	0.0%	1040	1060	0.0%	0.2%	1.4%	15.0%	18.1%	65.4%
340	360	10.2%	83.9%	5.3%	0.6%	0.0%	0.0%	1060	1080	0.0%	0.1%	1.1%	14.1%	14.5%	70.0%
360	380	2.3%	91.6%	5.4%	0.7%	0.0%	0.0%	1080	1100	0.0%	0.1%	0.9%	13.2%	11.4%	74.3%
380	400	0.4%	93.4%	5.4%	0.8%	0.0%	0.0%	1100	1120	0.0%	0.1%	0.7%	12.3%	8.8%	78.1%
400	420	0.1%	93.5%	5.5%	0.9%	0.0%	0.0%	1120	1140	0.0%	0.0%	0.6%	11.3%	6.6%	81.5%
420	440	0.0%	93.0%	5.8%	1.1%	0.1%	0.1%	1140	1160	0.0%	0.0%	0.5%	10.4%	4.8%	84.3%
440	460	0.0%	92.0%	6.5%	1.4%	0.1%	0.1%	1160	1180	0.0%	0.0%	0.4%	9.5%	3.5%	86.7%
460	480	0.0%	90.4%	7.5%	1.8%	0.2%	0.1%	1180	1200	0.0%	0.0%	0.3%	8.6%	2.4%	88.7%
480	500	0.0%	88.1%	8.9%	2.4%	0.4%	0.2%	1200	1220	0.0%	0.0%	0.2%	7.8%	1.7%	90.3%
500	520	0.0%	84.5%	11.1%	3.4%	0.7%	0.3%	1220	1240	0.0%	0.0%	0.2%	7.0%	1.1%	91.7%
520	540	0.0%	79.2%	14.0%	4.9%	1.4%	0.5%	1240	1260	0.0%	0.0%	0.1%	6.3%	0.8%	92.8%
540	560	0.0%	71.5%	18.0%	7.1%	2.6%	0.9%	1260	1280	0.0%	0.0%	0.1%	5.7%	0.5%	93.7%
560	580	0.0%	61.0%	22.7%	10.2%	4.7%	1.5%	1280	1300	0.0%	0.0%	0.1%	5.1%	0.3%	94.5%
580	600	0.0%	47.8%	27.7%	14.1%	8.1%	2.4%	1300	1320	0.0%	0.0%	0.1%	4.6%	0.2%	95.1%
600	620	0.0%	33.5%	31.7%	18.3%	12.9%	3.6%	1320	1340	0.0%	0.0%	0.1%	4.2%	0.1%	95.7%
620	640	0.0%	20.7%	33.5%	21.9%	18.8%	5.1%	1340	1360	0.0%	0.0%	0.0%	3.7%	0.1%	96.1%
640	660	0.0%	11.3%	32.8%	24.4%	24.9%	6.6%	1360	1380	0.0%	0.0%	0.0%	3.4%	0.0%	96.6%
660	680	0.0%	5.6%	30.2%	25.6%	30.7%	8.0%	1380	1400	0.0%	0.0%	0.0%	3.0%	0.0%	96.9%
680	700	0.0%	2.5%	26.7%	25.8%	35.7%	9.4%	1400	1420	0.0%	0.0%	0.0%	2.7%	0.0%	97.2%
700	720	0.0%	1.0%	23.0%	25.4%	39.9%	10.7%	1420	1440	0.0%	0.0%	0.0%	2.5%	0.0%	97.5%
720	740	0.0%	0.4%	19.6%	24.6%	43.3%	12.0%	1440	1460	0.0%	0.0%	0.0%	2.2%	0.0%	97.7%
740	760	0.0%	0.2%	16.6%	23.8%	46.0%	13.4%	1460	1480	0.0%	0.0%	0.0%	2.0%	0.0%	98.0%
760	780	0.0%	0.1%	14.0%	22.9%	48.0%	15.0%	1480	1500	0.0%	0.0%	0.0%	1.8%	0.0%	98.2%
780	800	0.0%	0.0%	11.8%	22.1%	49.4%	16.7%	1500	1520	0.0%	0.0%	0.0%	1.7%	0.0%	98.3%
800	820	0.0%	0.0%	10.0%	21.4%	50.1%	18.6%								

表6 AGE-WEIGHT-KEY の作成に使用した個体のパラメータ

年令	0	1	2	3	4	5
個体数	78	82	20	23	17	6
平均体重g	181.62	362.74	428.39	643.20	757.82	901.63
標準偏差	91.52	188.12	181.40	173.92	114.06	156.43

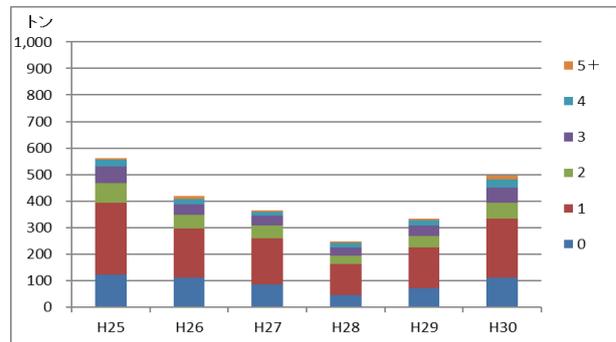
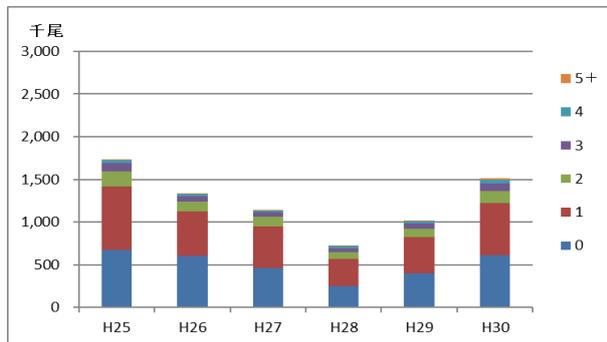


図40 熊本県におけるタチウオの年齢別漁獲尾数 図41 熊本県におけるタチウオの年齢別漁獲重量

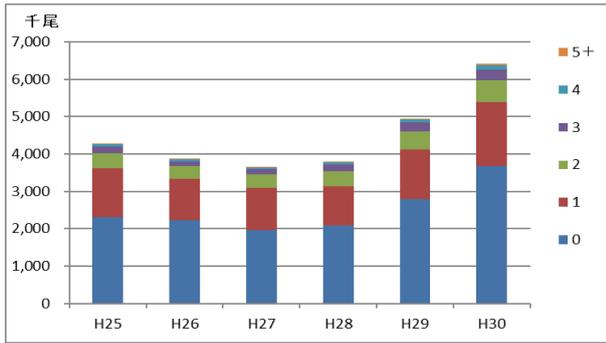


図 42 熊本県におけるタチウオの年齢別資源尾数

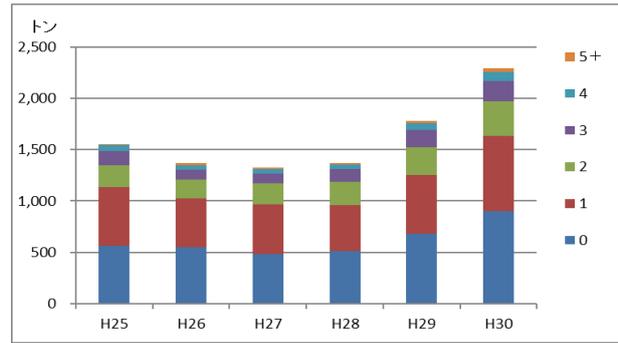


図 43 熊本県におけるタチウオの年齢別資源重量

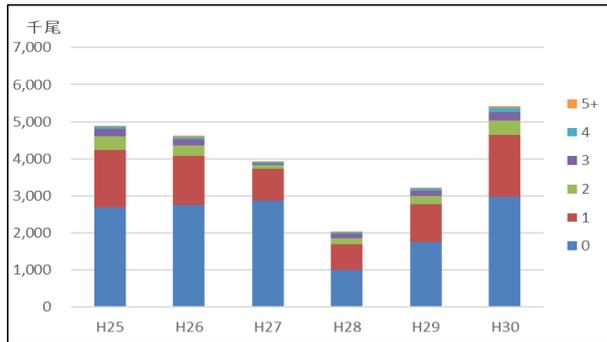


図 44 対数回帰法による年齢別資源尾数

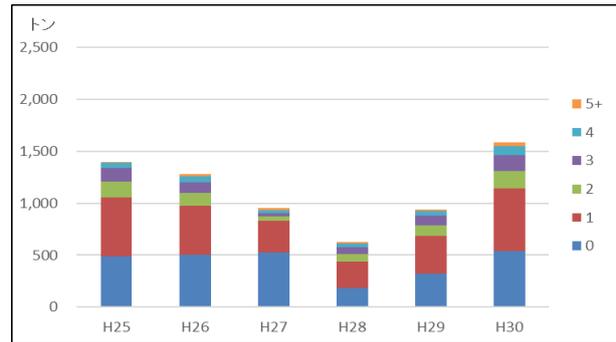


図 45 対数回帰法による年齢別資源重量

表 7 熊本県におけるタチウオの年齢別漁獲割合 (尾数)

年齢	H25	H26	H27	H28	H29	H30	平均
0	0.29	0.27	0.24	0.12	0.14	0.17	0.20
1	0.57	0.47	0.43	0.31	0.32	0.36	0.41
2	0.44	0.35	0.30	0.19	0.20	0.23	0.28
3	0.51	0.46	0.40	0.29	0.27	0.32	0.36
4	0.48	0.49	0.41	0.38	0.30	0.37	0.39
5	0.48	0.49	0.41	0.38	0.30	0.37	0.39
平均	0.40	0.34	0.31	0.19	0.21	0.24	0.28

考 察

1 耳石中の微量元素の分析及び八代海産まれの個体の判別方法の検討

平成 30 年度 (2018 年度) の調査結果において、八代海は海水中の Mn 量が多く、八代海内で生まれ育ったと思われるタチウオ(八代海で獲れた幼魚)の耳石の Mn/C a 比は、東シナ海で生まれ育ったと思われるタチウオ(東シナ海の漁獲物)より高くなっており、八代海で獲れた幼魚の耳石中心部付近 3 点平均の Mn/C a 比が 0.01 mmol/mol を超えた割合は、94%(33/35 個体)であったが、東シナ海の漁獲物の耳石中心部付近 3 点平均の Mn/C a 比が 0.01 mmol/mol を超えた個体の割合は 0% (0/35 個体) であった。このことから、八代海産まれと東シナ海産まれの個体の判別の境界は 0.01mmol/mol としして差し支えないと考えられた。しかしながら、今回 (令和元年度 (2019 年度)) の分析結果では、八代海で獲れたタチウオ幼魚の耳石中心部付近 3 点平均の Mn/C a 比が 0.01 mmol/mol を超えた個体の割合は 47%(14/30 個体)で、東シナ海の漁獲物の耳石中心部付近 3 点平均の Mn/C a 比が 0.01 mmol/mol を超えた個体の割合は 20% (16/20 個体) であった。また、八代海幼魚については、耳石中心部付近 3 点平均の Mn/C a 比が 0.01 mmol/mol を超えた個体の割合

が、湾口近くよりも湾奥で漁獲されたサンプルほど高くなっており、このことは、東シナ海生まれの個体が含まれていた可能性を示唆する。東シナ海の漁獲物については、平成 30 年度（2018 年度）の分析結果において中国大陸沿岸に近い海域で操業する東シナ海トロールの漁獲物中に Mn/C a 比が高い個体が若干数存在することを確認しており、大陸からの陸水の影響でも Mn/C a 比が高い個体が生じると推察する。したがって、今回分析に使用したサンプルの中に、これら大陸の陸水の影響を受けた個体が含まれていたと推察されることから、今年度（令和元年度（2019 年度））の分析結果は、八代海生まれの個体について、耳石中心部付近 3 点平均の Mn/C a 比が 0.01 mmol/mol 以上の個体とすることを否定するものではなく、八代海産まれと東シナ海産まれの個体の判別の境界は 0.01mmol/mol として差し支えないと、前年度（平成 30 年度）の結果を支持するものと考えた。

2 東シナ海からの八代海への移入時期の検討

各個体が東シナ海から移入した時期は、個体毎の Mn/C a 比、例えば Mn/C a 比が 0.01 mmol/mol を超える頃に八代海に入って来ていると推定できると考えられるが、八代海で漁獲された幼魚、成魚ともにほとんどの個体は、Mn/C a 比は右上がりでも推移しているが耳石縁部付近では低くなっている。八代海で漁獲された個体は耳石縁部もある程度高い値を示すと思われるが、耳石縁部で高くなっている個体は非常に少ない。八代海の羽瀬網で漁獲された幼魚のように Mn 濃度が高い水域に生息していた個体の耳石縁部の Mn/C a 比が高く示されない原因を解明する必要があると考えられた。また、個体毎の Mn/C a 比の推移と Sr/C a 比の推移を見るとグラフの高低がほぼ逆に推移しており、Sr/C a 比の変動幅は Mn/C a 比より小さいが、塩分濃度の高い水域から低い水域へ移動したことは推定できるので、この両者の推移を同時に見ることで八代海への移入時期をより正しく推定できると考えられた。

令和元年度（2019 年度）の分析では、八代海幼魚で Mn/C a 比が 0.01 mmol/mol 未満の個体の割合が 53%（16/30 個体）であったことから、東シナ海からの八代海への移入時期は、幼魚あるいは幼魚よりも早い段階である可能性が示唆された。

このほか、耳石の元素分析に加えて、データ収集が容易で大量の情報が得られる魚体計測データ（体長、体重、生殖腺重量）を用いた東シナ海からの八代海への移入時期の推定方法についても検討したが、相対成長係数の低下が加入時期を示す指標として使用できるかどうかについては判断できなかった。また、G S I の高い個体や肥満度の低い個体は、東シナ海からの移入魚の割合が高くはなかったことから、G S I や肥満度と東シナ海からの移入時期の関連性は薄いと考えられた。

3 東シナ海から八代海へ移入した個体の割合の検討

令和元年度（2019 年度）に分析した八代海で漁獲されたタチウオの耳石中心部付近 3 点平均の Mn/C a 比が 0.01 mmol/mol 未満（東シナ海で生まれたと推定される個体）の割合は、20~70%、平均 40%（28/70 個体）であった。一方、平成 30 年度（2018 年度）までに測定した漁獲物（10 個体以上測定したもの）の同割合は 8%~40%、平均 25%（32/130 個体）であった。これらを合計すると平均 30%（60/200 個体）となった。これらのことから、東シナ海からの移入割合（量）や時期に年変動があると考えられるため、今後も調査を継続していく必要がある。

4 漁獲物データによる年別、月別、サイズ別の漁獲量の把握

本県でタチウオ漁獲量が最も多い吾智網の漁獲状況を、天草漁協御所浦支所のタチウオの取り扱いデータを用いて分析を行った。漁法の特徴として、①曳釣りより小型の個体の漁獲が多い、②漁期は 1 月~4 月に集中している、③漁獲量が安定していることを確認した。平成 30 年度（2018 年度）の分析において、曳釣りにおいても小型個体の抑制を課題として挙げたが、今回の吾智網漁業も含め、八代海におけるタチウオ資源

の持続的活用に向けては、小型個体の漁獲を抑えることが重要といえる。

5 年齢別漁獲尾数を利用した資源量の推定等

単年度毎の対数回帰法で行った資源尾数・資源重量の推定から、本県のタチウオ資源は平成 28 (2016) ～ 29 (2017) 年頃から増加傾向にあると判断された。また、平成 30 年度 (2018 年度) の年齢別漁獲尾数は 0 才が最も多く 41%、年齢別漁獲重量は 1 才が最も多く 45%を占めていた。なお、今回新たに作成した AGE-WEIGHT-KEY においては、VPA解析では資源尾数、資源重量ともに平成 30 年 (2018 年) に行った推定値よりも増加し、また、1 年早い平成 28 年 (2016 年) から資源は増加傾向と推定された。これは、4 才魚以下の平均体重が低くなったために計算上漁獲尾数が増加したことが影響している。今後も AGE-WEIGHT-KEY に使用データ数を追加し、精度を高めていくことが必要である。

資源量の推定には、今回も芦北町漁協の曳釣りの漁獲データを用いたが、天草漁協御所浦支所のタチウオの取り扱い資料でも同程度の精度の吾智網の漁獲データが得られたので、今後は両方のデータを使用して資源量の推定を行う予定である。また、タチウオは、産卵期が 4～10 月と長く、どの時期に生まれた個体が資源に貢献しているかを把握することは資源管理を行う際に重要と考えられるので、漁獲物の生まれ月についても更なる解析が必要である。