

資源増大技術開発事業

－トラフグ－

的場 達人・上田 拓

福岡県のトラフグ試験放流は、昭和58年から開始されているが、現在、市場で「放流」という銘柄ができるほど放流魚に対する依存度が高くなっている。

本事業では、平成12年度から県別の放流効果を明らかにするため、長崎県、山口県、佐賀県と共同で追跡調査を行っている。

また、18年度からは先端技術を活用した農林水産研究高度化事業の委託を受け九州・瀬戸内8県連携で、課題名「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の高度化」に取り組んでいる。長崎県を中核機関として九州北部・瀬戸内海にあるトラフグの5大産卵場に健全な同一種苗を同時に放流し、8県連携で追跡調査することで、広域連携下での適正な放流手法と東シナ海トラフグ資源への各産卵場の貢献度を求めることを目的として、5年間実施する。

方 法

1. 健全種苗の大量放流

本県延縄出漁者協議会は種苗放流計画に基づき全長7cm、80千尾のうち、40千尾を民間会社から購入し、残り40千尾を栽培漁業公社に生産委託した。

本年は9群（A～I群、全長26～101mm）を福岡湾、宗像市釣川河口、姫島漁港内に約57万尾放流した。（表1）

民間種苗（A群）は7cmまで陸上飼育し、尾鰭欠損が軽微、耳石正常率が高いことを条件に、長崎県の有限会社島原種苗から購入した。30トン水槽2基で4万尾の計画で飼育を行い、内部標識は全長64mmとなった6月22日の夕方から翌朝まで18時間、1基の水量を20トンまで下げたALC耳石染色（3.3ppm）を20千尾に施した。

外部標識は放流直前に右鰭をハサミで根元から全カットする作業を島原種苗職員で実施した。放流は6月29日に鰭カットしていないB群と同時にトラック1台（15トン車）で福岡市西区唐泊漁港まで輸送し岸壁からホースで実施した。

C群は栽培公社がバイオ愛媛株式会社から受精卵を購入し、59mmまで陸上育成した66千尾で、7月18日にトラック1台（15トン）で唐泊漁港まで輸送し岸壁からホース

で放流した。

D群は高度化事業で長崎県が島原種苗で育成した全長76mmの種苗10千尾（右鰭カット+ALC2重標識）を7月10日にトラック1台（7.5トン）で唐泊漁港まで輸送し岸壁からホースで放流した。福岡県は放流に立ち会い、放流時の環境と種苗の状況を把握し、50尾サンプルを冷凍し長崎県に送付した。

E～H群は屋島栽培漁業センターから栽培漁業技術実証試験で提供を受けた受精卵を本県の栽培公社で育成した28mmの種苗215千尾を6月14日に、26mmの155千尾を6月26日に、48mmの45千尾を7月4日に、66mmの38千尾を7月18日に宗像市の釣川河口まで公社のトラックで輸送しホースで放流した。

I群は日韓海峡共同魚類放流事業で、12日間姫島漁港で中間育成した101mmの種苗4千尾を8月7日に同漁港内に放流した。

各群、全長、尾鰭欠損率、鼻孔隔皮欠損率を測定した。尾鰭欠損率は、放流技術開発事業での算出法で求め、鼻孔隔皮連結率は左右いずれかでも連結している種苗の割合とした。

2. 福岡湾内幼魚期の放流効果調査

9～12月に福岡湾内で操業するA漁港の小型底びき網（以後、小底とする）船に混獲されたトラフグ幼魚を全数購入し、魚体測定、尾鰭欠損、鼻孔隔皮欠損、右鰭標識の検査を実施した。その後、全個体の耳石を摘出し蛍光顕微鏡で耳石標識の有無と輪径を測定した。この調査から放流魚の湾内での混獲率を求め、A漁港と湾内全体の操業隻数比約4倍で引き延ばして、幼魚の回収率を推定をした。

3. 若齢期以降の放流効果調査

ふぐ延縄漁業の漁獲実態を知るために、B漁港の仕切書からトラフグ漁獲量の推移を調べた。また、鐘崎漁港において帰港直後のふぐ延縄船に乗り込み、船内に蓄養されているトラフグの全長測定、尾鰭欠損度、右鰭カットの有無、船毎の漁獲尾数等を調査した。その際、標識魚と思われたトラフグは購入し、耳石を調べて放流群を

識別した。更に漁業者2名に右鰭カット魚の全数購入を依頼し、特に標本船aでは操業日誌の記帳を依頼し、漁場や全長測定、放流魚の割合等の記録を収集した。標本船bは標本船aが操業しない12月を中心に1月まで購入を実施した。

4. 先端技術を活用した農林水産研究高度化事業

(1) 最適種苗(健全かつ適性放流サイズの種苗)を用いた各産卵場での標識放流

長崎県が島原種苗に生産委託し、健全性が損なわれないよう噛み合い行動が頻発する全長50mm以降は400尾/トン以下の低密度飼育することで尾鰭正常種苗の確保に努めた。全数に右胸鰭切除方法とアリザリンコンプレクソン(ALC)による耳石標識を施した。耳石標識の回数と標識径の組み合わせにより計6放流群の識別を可能とした標識放流群(各10,000~17,000尾、計80,000尾)を同時期に東シナ海の補給源として考えられている5カ所の産卵場(有明海湾口、八代海湾口、福岡湾口、関門海峡、布刈瀬戸)周辺の6カ所の稚仔魚の育成場(有明海湾奥、八代海北部、福岡湾口部、瀬戸内海西部山口県山陽町、瀬戸内海中央部愛媛県西条および広島県田尻)に活魚トラックで輸送し放流した。

(2) 福岡湾での放流効果の把握

福岡湾A漁港における当歳魚調査で得られた高度化事業福岡湾放流群の回収率や標識率(放流魚の全回収尾数/福岡湾全漁獲尾数)の区間推定を行った。

この課題で得られた福岡湾全体における福岡湾放流群の標識率は、東シナ海における福岡湾産卵場の資源貢献度を解明するための基礎知見とすることも目的として実施した。

(3) 東シナ海における1~3歳時の効果と各産卵場の貢献度の解明

福岡県B漁港で、12~3月に2~3回/月の頻度で、水揚げ時に胸鰭切除標識を指標とした標識率調査を行った。標識魚については耳石標識のパターン(回数や標識径)から放流群を特定した。放流群別月別の標識率に漁獲実態調査で得られた月別の漁獲尾数(暫定値)を乗じて回収尾数を求め、放流群毎に福岡県での放流効果を推定した。この課題で得られた各放流群の回収尾数は、東シナ海における各産卵場の資源貢献度を解明するための基礎知見とすることも目的として試験を行った。

結果及び考察

1 健全種苗の大量放流

(1) 放流群別の結果(表1, 図1)

(A群) 島原種苗産の右鰭カット+ALC1重標識を施した72mm種苗20千尾を6月29日に福岡湾口部に放流した。

(B群) A群と同一の無標識種苗20.5千尾を、同時に同一場所で放流した。

(C群) 栽培公社産の59mmの種苗65千尾を7月18日に福岡湾口部に放流した。

(D群) 高度化事業で島原種苗産の右鰭カット+ALC2重標識を施した76mmの種苗10千尾を福岡湾口部に放流した。

(E~H群) 栽培公社産の28mmの種苗215千尾を6月14日に、26mmで155千尾を6月26日に、48mm45千尾を7月4日に66mm38千尾を宗像市にある釣川河口に放流した。

(I群) 島原種苗産の種苗を姫島漁港で12日間中間育成した101mm, 4千尾を8月7日に漁港内で放流した。

(2) 種苗の健全性

健全性の指標としている尾鰭欠損率はA群34%、C群85%、鼻孔隔皮連結率はA群54%とC群99%と、A群の方が健全性は高めであった。(表2, 3)

(3) 残された問題点

長崎県では全長7cmまで陸上飼育した活力の高い種苗を大量に生産し直接放流する手法を中心に実施している。それに対して本県は平成17年度まで夏場に約1月半の海面中間育成を実施する方式をとっていたが、期間中生残率は3~5割と低く、尾鰭欠損率、鼻孔隔皮欠損率も高いことから、種苗の健全性は低かったと考えられた。そこでH18年度から本県でも大型種苗の直接放流方式に切り替えた。

ただし民間種苗の場合、耳石異常の割合が高いことが多く、他県との識別が難しくなる可能性がある。公社産の種苗はこれまで耳石異常はほとんどなく、今後は放流種苗の耳石異常率も十分に検討していく必要がある。

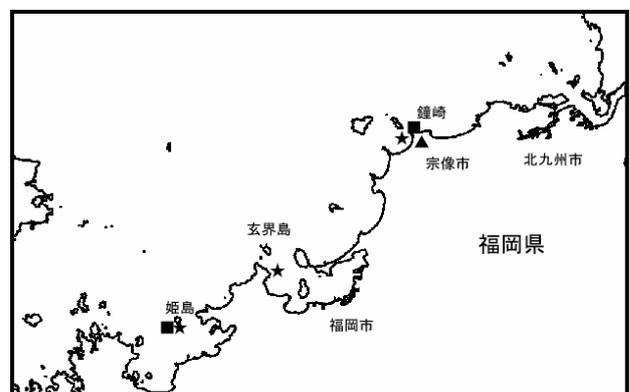


図1 事業実施場所

表1 平成19年度放流結果

放流月日	放流場所	放流尾数	放流全長	種苗生産 機 関	中間育成 期 間	中間育成 機 関	鰭カッ ト 標 識	ALC染色耳石径 扁平石	耳石 異常率	備考
A群 6月29日	福岡湾内	20,000	72mm	民間	直接放流		右	761±22μm	0%	
B群 6月29日	福岡湾内	20,500	72mm	民間	直接放流					
C群 7月18日	福岡湾内	65,750	59mm	栽培漁業公社	直接放流					
D群 7月10日	福岡湾内	10,029	76mm	民間	直接放流		右	ALC 2重		高度化事業
E群 6月14日	鐘崎釣川口	215,000	28mm	栽培漁業公社	直接放流					
F群 6月26日	鐘崎釣川口	155,000	26mm	栽培漁業公社	直接放流					
G群 7月4日	鐘崎釣川口	45,000	48mm	栽培漁業公社	直接放流					
H群 7月18日	鐘崎釣川口	38,250	66mm	栽培漁業公社	直接放流					
I群 8月7日	姫島漁港内	4,000	101mm	民間	12日	姫島支所				日韓交流事業
合 計		573,529								

表2 尾鰭欠損率

	全長 (mm)	体長 (mm)	尾鰭長 (mm)	尾 鰭 欠損率(%)	鼻孔隔皮 連結率(%)
A群	72	61	11	34	54
C群	59	56	2	85	99
E群	28	23	5	53	-
F群	23	20	3	66	-
G群	48	43	5	62	-

表3 鼻孔隔皮欠損率

A群			B群			C群		
欠損部位	尾数	割合(%)	欠損部位	尾数	割合(%)	欠損部位	尾数	割合(%)
両方	17	34%	両方	10	20%	両方	118	95%
片方	10	20%	片方	10	20%	片方	5	4%
小計	27	54%	小計	20	40%	小計	123	99%
欠損無し	23	46%	欠損無し	30	60%	欠損無し	1	1%
計	50	100%	計	50	100%	計	124	100%

2. 福岡湾内幼魚期の放流効果調査

A漁港9隻での調査尾数549尾中、放流魚は196尾、そのうちA群が59尾、D群（高度化群）が17尾であった。9,10月は漁獲尾数が多く、購入時の抽出率が0.25、0.3となったことから推定するとA支所での総漁獲尾数は1,749尾、福岡湾全体ではその4倍の6,996尾と推定された。（表4-a）

放流魚の混獲率は全体で36%、A群は11%、回収率はA群で2.9%、D群で1.2%と推定された（表4-b,C）

平均全長・体重は天然群と比較して、当初9～10月頃

はA群で20～40g、1cm小さく、D群は50～70g、2～3cm小さめの結果となった。（図2,3）

また、湾内の幼魚現存量の指標として11月のCPUEを比較したところ、極端に少なかった前年と比較すれば20倍となったが、5年平均比では35.9%と当歳魚の発生が少ない年であるという結果になった。（図4）

今後は、湾内幼魚期と若齢期以降の回収率との相関関係についての検討が必要である。

表4 福岡湾内における年内混獲率・回収率

a) 放流魚の月別漁獲尾数				(単位: 尾)				
放流群	標識	鼻孔隔皮 連結率(放流時)	放流尾数	9月	10月	11月	12月	計
				0.25	0.3			
A群	右鰭+ALC大1	54%	20,000	8	26	14	11	59
高度化群	右鰭+ALC2	—	10,092	2	3	2	10	17
その他放流魚	無	99%	86,250	25	64	12	19	120
放流魚小計				35	93	28	40	196
天然群				211	105	25	12	353
計				246	198	53	52	549

A支所14隻分の全漁獲尾数(9月は抽出率0.25, 10月は0.3)

b) 放流魚の月別放流魚混獲率(福岡湾内)				(単位: %)				
放流群	標識	鼻孔隔皮 連結率(放流時)	放流尾数	9月	10月	11月	12月	計
A群	右鰭+ALC大1	54%	20,000	3%	13%	26%	21%	11%
高度化群	右鰭+ALC2	—	10,092	1%	2%	4%	19%	3%
その他放流魚	無	94%	86,250	10%	32%	23%	37%	22%
放流魚小計			116,342	14%	47%	53%	77%	36%
天然				86%	53%	47%	23%	64%
計			116,342	100%	100%	100%	100%	100%

c) 放流魚の月別回収率推定値(福岡湾内)				(単位: %)				
放流群	標識	鼻孔隔皮 連結率(放流時)	放流尾数	9月	10月	11月	12月	計
A群	民間直接	0%	20,000	0.6	1.7	0.3	0.2	2.9
高度化群	右鰭+ALC2	—	10,092	0.3	0.4	0.1	0.4	1.2
その他放流魚	無	94%	86,250	0.5	1.0	0.1	0.1	1.6
計			116,342	1.4	3.1	0.4	0.7	5.7

福岡湾内の小型底引網操業隻数をA支所の4倍とした。

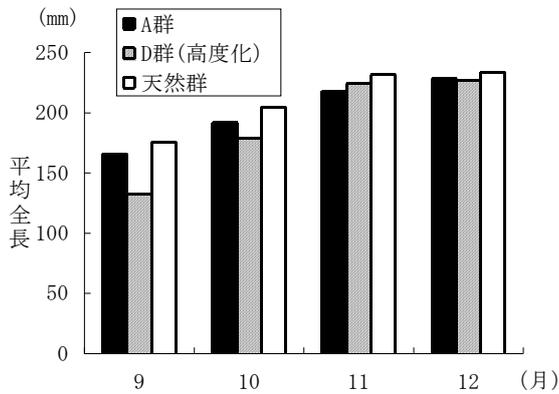


図2 年内回収幼魚の平均全長

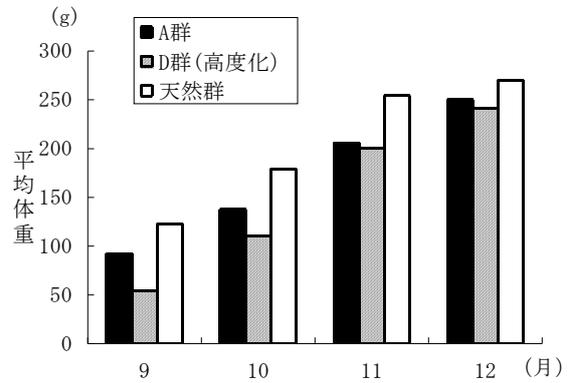


図3 年内回収幼魚の平均体重

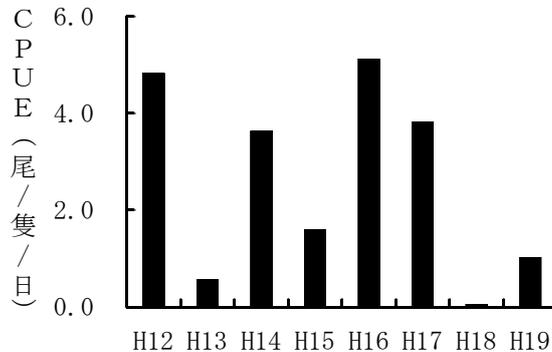


図4 福岡湾内の小底によるトラフグ幼魚のCPUE

表5 福岡湾内における年内混獲率・回収率

放流年	放流群	放流尾数 (尾)	全長 (mm)	放流場所	回収率	備考
H10	A群	24,400	78	福岡湾内	2.6%	
	B群	14,300	88	福岡湾内	4.9%	
	C群	12,600	92	福岡湾内	5.3%	
H11	A群	31,700	75	福岡湾内	4.4%	
	B群	5,100	78	福岡湾口	3.2%	
H12	A+B群	96,500	67	福岡湾内	1.4%	
	C群	6,000	71	玄界島漁港	4.1%	
H13	A群	32,500	73	玄界島北側	0.1%	
	B群	7,500	83	玄界島北側	0.1%	
	C群	5,900	63	玄界島漁港	1.8%	
H14	A群	41,900	88	福岡湾口	2.4%	
	B群	5,300	74	玄界島漁港	2.9%	
	C群	4,200	76	福岡湾口	4.6%	陸上育成
H15	A群	38,800	70	福岡湾口	0.2%	
	B群	3,900	60	玄界島漁港	0.2%	
H16	A群	42,000	68	福岡湾口	3.1%	陸上育成
	B群	12,000	80	福岡湾口	1.9%	陸上育成
H17	A群	30,000	71	福岡湾口	4.4%	陸上育成
H18	A群	20,000	69	福岡湾口	1.7%	陸上育成
	D群	15,700	75	福岡湾口	0.3%	陸上育成
H19	A群	20,000	72	福岡湾口	2.9%	陸上育成
	D群	10,029	75	福岡湾口	1.2%	陸上育成

3. 若齢期以降の放流効果把握

筑前海におけるトラフグ漁獲量は、最近5年60トン前後で推移しており、H18年は59tとH9年並まで回復し横這いとなっている（図5）。B漁港の場合、9～11月は底延縄船5隻前後が操業しているが、12月に浮延縄が始まると15隻程度で大島沖を中心に操業を開始し、さらに1月になるとまき網漁業者等が山口県沖で浮延縄を始めるため30隻以上になる。こうした状況のため、B漁港では

12～1月に本格的なふぐ延縄の操業が始まる。19年漁期の漁況は、19年12月で5年平均の71%、20年1月が110%、2月142%、3月100%、全体で113%となった。12月は時化等の影響で漁獲量が減少したが、1月以降増加傾向となり、全体的には平年を上回った。（図6、図7）

放流魚の指標となる尾鰭異常魚の月別混獲率は16～35%となった。（表6）

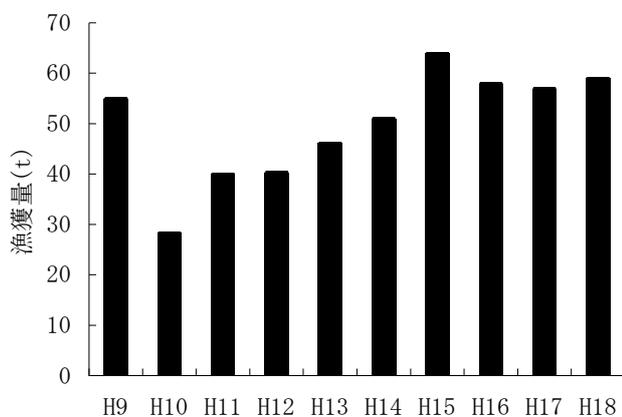


図5 トラフグ漁獲量の推移（農林統計資料）

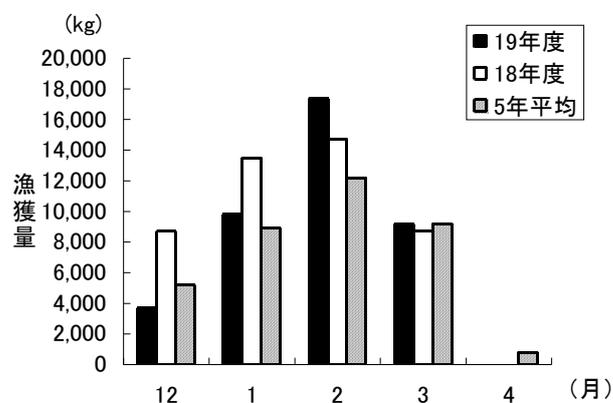


図6 B漁港におけるトラフグ月別漁獲量

表8 標本船での放流効果調査結果（高度化事業分を除く）

①標本船a		福岡県			長崎県			長崎左端			山口県			佐賀県		
調査期間	調査尾数	放流年	H17	H18	計	H15	H18	計	H16	H17	H18	計	H17	H18	計	H18
		年齢	2歳	1歳		4歳	1歳		3歳	2歳	1歳		2歳	1歳		1歳
平成20年1月	397		4		4	1	1	2	1	5	25	31			0	
平成20年2月	516		2		2				1	12	21	34	1	1	2	1
平成20年3月	298				0				1	2	6	9			0	
	1,211		2	4	6	1	1	2	3	19	52	74	1	1	2	1

②標本船b		福岡県				長崎県			山口県				佐賀県
調査期間	調査尾数	放流年	H17	H18	計	H17	H18	計	H16	H17	H18	計	H18
		年齢	2歳	1歳		2歳	1歳		3歳	2歳	1歳		1歳
平成19年12月	139									1		1	
平成20年1月	160		1		1								
	299		1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0

表9 B漁港での標識トラフグ調査（標本船調査を含む，高度化事業分を除く）

調査月	調査尾数	福岡県						長崎県		長崎左端(50万尾)				山口県			佐賀県	
		放流年	H14	H15	H16	H17	H18	計	H15	H18	H16	H17	H18	計	H17	H18	計	H18
年齢	5歳	4歳	3歳	2歳	1歳	4歳	2歳		3歳	2歳	1歳	2歳	1歳		1歳			
平成19年10月	16						0						1	1				
平成19年11月	45						0						1	8	9			
平成19年12月	488					1	1			3	3	22	28	2		1		
平成20年1月	1,172	1			1	7	9	1	2	6	17	81	104	1		1		1
平成20年2月	1,632				2	5	7		1	27	25	63	115	1	1	2		
平成20年3月	486				1	1	2			9	5	12	26					
	3,839		1	0	0	4	14	19	1	3	45	51	187	283	4	1	4	1

表10 B漁港での高度化事業分の放流効果調査結果（標本船調査を含む，）

調査月	調査尾数	H18高度化事業放流魚						
		放流場	福岡湾	有明海	八代海	瀬戸内西	瀬戸内東	計
年齢	1歳	1歳	1歳	1歳	1歳	1歳	1歳	
平成19年10月	16		1					1
平成19年11月	45		1					1
平成19年12月	488		3	2		2		7
平成20年1月	1,172		3	6			1	10
平成20年2月	1,632		4	3	1	6	0	14
平成20年3月	486		1	1		2	1	5
	3,839		13	12	1	10	2	38

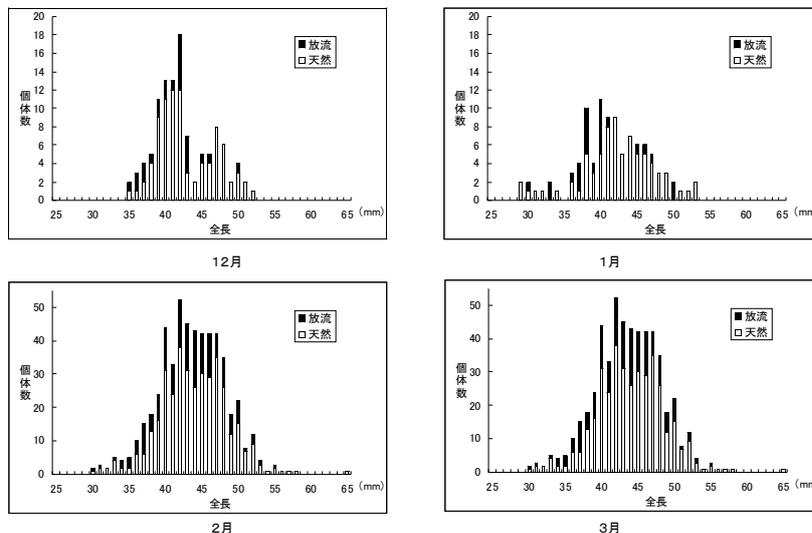


図8 延縄漁獲物調査で測定したトラフグ全長組成

表11 耳石標識魚の概要

NO	調査日	全長 (mm)	体長 (mm)	体重 (g)	尾鰭 欠損度	鼻孔 隔皮	扁平石 異常	耳石標識	扁平石表示径 (μm)				礫石表示径 (μm)				放流群	年齢	雌雄	生殖腺 重量g	放流 場所	備考
									1輪	2輪	3輪	4輪	1輪	2輪	3輪	4輪						
1	平成19年10月31日	393	320	950	1	正常	正常	ALC4	49	437	557	747					NS1804	1	♀	4	福岡湾	
2	平成19年11月15日	372	310	911	2	異常	正常	ALC4	46	474	612	789					NS1804	1	♂	2	福岡湾	
3	平成19年12月4日	421	359	1239	2	正常	正常	ALC3	66	465	703						NS1802	1	♀	11	有明海	
4	平成19年12月4日	361	310	1030	2	正常	正常	ALC大1	638								F01801	1	♂	92	福岡湾	
5	平成19年12月4日	414	350	1239	2	正常	正常	ALC1	44								NS1805	1	♂	44	瀬戸西	
6	平成19年12月4日	411	352	1067	2	正常	正常	ALC4	41	425	514	609					NS1804	1	♀	8	福岡湾	
7	平成19年12月4日	415	354	996	2	異常	正常	ALC3	58	459	722						NS1802	1	♀	5	有明海	
8	平成19年12月14日	412	349	1007	1	異常	異常	ALC4	31	433	541	693					NS1804	1	♀	4	福岡湾	
9	平成19年12月4日	411	350	1393	2	異常	異常	ALC大1	443								YG1701	2	♂	111	山口外海	標本船b
10	平成19年12月14日	410	350	1052	2	正常	異常	ALC4	51	433	541	693					NS1804	1	♂	26	福岡湾	標本船b
11	平成19年12月14日	401	346	980	3	正常	異常	ALC1	66								NS1805	1	♀	5	瀬戸西	標本船b
12	平成19年12月28日	513	429	3050	2			ALC1	40								F01403	5	♀	192	福岡湾	山口県船
13	平成20年1月7日	387	320	941	1	異常	正常	ALC4	51	447	550	715					NS1804	1	♂	4	福岡湾	
14	平成20年1月7日	405	334	1137	2	正常	正常	ALC3	50	445	776						NS1802	1	♂	3	有明海	
15	平成20年1月7日	425	351	1352	2	正常	正常	ALC3	44	429	669						NS1802	1	♂	8	有明海	
16	平成20年1月7日	391	324	929	2	正常	正常	ALC3	57	456	751						NS1802	1	♂	6	有明海	
17	平成20年1月7日	385	315	926	2	異常	正常	ALC2	54	725							NS1806	1	♂	5	瀬戸東	
18	平成20年1月7日	406	329	931	2	正常	異常	ALC4	49	438	549	699					NS1804	1	♂	3	福岡湾	
19	平成20年1月7日	382	310	1124	2	正常	正常	ALC大1	725								F01801	1	♂	32	福岡湾	
20	平成20年1月7日	392	328	1145	2	正常	正常	ALC大1	788								NS1804	1	♂	6	福岡湾	
21	平成20年1月7日	375	305	971	2	異常	異常	ALC3	57	479	733						NS1802	1	♂	3	有明海	
22	平成20年1月7日	392	330	1116	2	正常	正常	ALC大1	686								F01801	1	♀	4	福岡湾	標本船a
23	平成20年1月22日	393	339	1247	3	異常	異常	ALC大1					412				F01801	1	♂	11	福岡湾	
24	平成20年1月22日	351	300	759	2	正常	正常	ALC大1	651				362				F01801	1	♀	4	福岡湾	
25	平成20年1月22日	360	311	930	2	正常	正常	ALC大1	653				348				F01801	1	♂	20	福岡湾	対象外
26	平成20年1月22日	426	363	1216	2	正常	正常	ALC3	40	399	588						NS1802	1	♀	5	有明海	
27	平成20年1月22日	426	363	1337	2	正常	正常	ALC4	45	401	567	700					NS1804	1	♀	7	福岡湾	
28	平成20年1月22日	436	378	1752	2	正常	正常	ALC3	43	419	654						NS1802	1	♂	291	有明海	
29	平成20年1月22日	383	332	963	3	正常	異常	ALC大1	805								NS1807	1	♂	16	有明海	
30	平成20年1月22日	435	359	1701	2	正常	正常	ALC1	57								F01403	5	♀	10	福岡湾	
31	平成20年1月22日	367	313	907	2	正常	正常	ALC大1	687								F01801	1	♀	5	福岡湾	標本船a
32	平成20年1月30日	469	405	1707	2	正常	-	ALC2					52	347			F01701	2	♀	111	福岡湾	標本船b
33	平成20年1月30日	377	319	932	1	正常	正常	ALC大1	663								F01801	1	♀	6	福岡湾	標本船a
34	平成20年1月30日	369	310	974	2	正常	正常	ALC大1	677								F01801	1	♀	5	福岡湾	標本船a
35	平成20年2月5日	364	295	969	1	正常	正常	ALC大1	692								F01801	1	♀	4	福岡湾	
36	平成20年2月5日	390	312	1298	1	正常	正常	ALC大1	669				348				F01801	1	♂	180	福岡湾	
37	平成20年2月5日	397	325	1284	1	正常	正常	ALC大1	656				385				F01801	1	♀	6	福岡湾	
38	平成20年2月5日	412	336	1680	1	正常	異常	ALC2	42	447							NS1803	1	♂	275	八代海	
39	平成20年2月5日	410	336	1439	2	異常	正常	ALC3	43	449	761		39	231	383		NS1802	1	♂	255	有明海	
40	平成20年2月5日	425	320	1317	2	正常	正常	ALC3	44	462	756						NS1802	1	♀	13	有明海	
41	平成20年2月5日	400	322	1229	2	正常	正常	ALC1	40								NS1805	1	♀	7	瀬戸西	
42	平成20年2月5日	450	372	1958	1	異常	正常	ALC大1	391								YG1701	2	♀	28	山口外海	標本船a
43	平成20年2月5日	404	328	1300	2	正常	異常	ALC大1					453				NS1807	1	♀	7	有明海	標本船a
44	平成20年2月13日	495	430	2537	2	正常	異常	ALC2					41	350			F01701	2	♀	311	福岡湾	標本船a
45	平成20年2月13日	416	340	1139	1	正常	異常	ALC1	41								NS1805	1	♂	22	瀬戸西	標本船a
46	平成20年2月21日	429	364	1280	2		異常	ALC1					50				NS1805	1	♀	6	瀬戸西	
47	平成20年2月21日	492	419	2162	2	正常	正常	ALC大1	427				235				YG1701	2	♀	219	山口外海	
48	平成20年2月21日	388	331	984	2	正常	正常	ALC1	32								NS1805	1	♀	5	瀬戸西	
49	平成20年2月21日	411	345	1455	1	正常	正常	ALC大1	651				342				F01801	1	♂	213	福岡湾	
50	平成20年2月21日	442	376	1675	2	正常	正常	ALC4	37	467	612	774					NS1804	1	♀	8	福岡湾	
51	平成20年2月21日	405	339	1210	2	正常	正常	ALC大1	797								NS1807	1	♂	22	有明海	
52	平成20年2月21日	402	337	869	2	正常	正常	ALC3	31	464	744						NS1802	1	♀	4	有明海	
53	平成20年2月21日	451	384	1705	2	正常	異常	ALC4	42	461	609	761					NS1804	1	♀	13	福岡湾	
54	平成20年2月21日	407	349	1320	2	正常	正常	ALC大1	887								NS1807	1	♀	7	有明海	
55	平成20年2月21日	390	337	960	3	正常	正常	ALC4	31	436	556	711					NS1804	1	♀	6	福岡湾	
56	平成20年2月21日	427	363	1768	3	正常	正常	ALC大1	600				314				F01801	1	♂	381	福岡湾	
57	平成20年2月21日	446	373	1673	1	異常	正常	ALC1	49								NS1805	1	♂	47	瀬戸西	
58	平成20年2月21日	386	323	956	1	正常	正常	ALC1	46								NS1805	1	♂	14	瀬戸西	標本船a
59	平成20年2月21日	386	329	1137	2	正常	異常	ALC大1					250				YG1801	1	♂	190	山口外海	標本船a
60	平成20年2月21日	414	359	1286	3	正常	異常	ALC大1	558				345				SG1801	1	♀	6	佐賀外海	標本船a
61	平成20年2月21日	456	389	1766	2		正常	ALC2	33	614							F01701	2	♀	81	福岡湾	標本船a
62	平成20年2月26日	412	337	1127	1	正常	異常	ALC4									NS1804	1	♀	6	福岡湾	標本船a
63	平成20年3月5日	396	332	1008	1	正常	正常	ALC大1	693				382				F01801	1	♂	7	福岡湾	
64	平成20年3月5日	421	362	1482	2	異常	異常	ALC1	35								NS1805	1	♂	257	瀬戸西	
65	平成20年3月5日	421	353	1229	3	正常	正常	ALC2	39	743							NS1806	1	♂	27	瀬戸東	
66	平成20年3月5日	496	429	2291	2	異常	正常	ALC2	46	607							F01701	2	♂	5	福岡湾	
67	平成20年3月5日	406	348	987	3	異常	異常	ALC3					41	197	317		NS1802	1	♂	5	有明海	標本船a
68	平成20年3月5日	388	327	956	2	異常	正常	ALC1	40								NS1805	1	♀	4	瀬戸西	標本船a
69	平成20年3月5日	488	435	3219	3	正常	正常	ALC+TC+ALC	51	628	800						NS1501	4	♂	878	有明海	標本船a
70	平成20年3月10日	374	319	800	2	正常	異常	ALC4	57	487	604	769					NS1804	1	♂	2	福岡湾	標本船a

4. 先端技術を活用した農林水産研究高度化事業

(1) 最適種苗を用いた各産卵場での標識放流

放流用種苗は長崎県内の種苗生産機関に生産委託した。種苗生産は4月に開始され、成長に伴って水槽を適時展開して行われた。出荷時の飼育密度は400尾/トン以下の低密度での飼育であり、噛み合いによる尾鰭欠損はほとんどない健全な種苗であった。耳石標識については、各群ALC標識の回数や標識径を変え放流6群の判別が出来るようにした。胸鰭切除標識については、全長60mm以下に右胸鰭を全切除して行った。このようにして得られた標識魚79,690尾を7月10日に6カ所（有明海奥部、八代海北部、福岡湾口部、山口県山陽町、広島県田尻、愛媛県西条市）に活魚トラックで輸送し、各地先においてホースを用いて海面へ放流した。放流時の全長は73.0mm～75.9mmと各群ほぼ同一サイズであった。（表12）

(2) 福岡湾での放流効果の把握

A漁港における9～12月の当歳魚混獲尾数1,749尾を湾内全体に隻数比4倍で引き延ばすと6,996尾となった。その内549尾を調査したところ、17尾の高度化福岡湾放流群が得られた。これにより推定した回収尾数は120尾、回収率1.2%となり、福岡湾放流群の標識率（放流魚の全

回収尾数/福岡湾全漁獲尾数）は1.7%であった。（表13）

(3) 東シナ海における1～3歳時の効果と各産卵場の貢献度の解明

福岡県に水揚げされた4,003尾（他県が本県船を調査したデータも含む）を調査した結果、本事業の標識魚（1歳魚）45尾が得られた。耳石標識のパターン（回数や標識径）から放流群を特定した結果、有明海放流群16尾、八代海放流群3尾、福岡湾放流群13尾、瀬戸内海西部放流11尾、瀬戸内海中部放流群2尾となった。

福岡県船漁獲物での各放流群の効果指標の点推定値と95%信頼区間を表14に示した。回収率は有明海放流群0.76(0.40-1.12)%, 八代海放流群0.14(0.00-0.29)%, 福岡湾放流群0.78(0.31-1.26)%, 瀬戸内海西部放流群0.60(0.23-0.97)%, 瀬戸内海中央部放流群0.12(0.00-0.27)%となり福岡湾放流群が最も高く、有明海放流群がそれに続いた。

全県での福岡湾放流群の回収率は、1.12(0.62-1.63)%と1歳時では過去最高の値となった。放流群別の回収率は、有明海1.43(0.99-1.86)%, 瀬戸内海西部1.13(0.69-1.56)%に次いで福岡湾が高い値となった。（表15）

表12 高度化事業における標識種苗放流結果

放流群	有明海	八代海	福岡湾	瀬戸内海西部	瀬戸内海中央 (広島県)	瀬戸内海中央 (愛媛県)	合計又は 平均
放流日	7月10日	7月10日	7月10日	7月10日	7月10日	7月10日	
放流尾数	19,612	16,370	10,029	15,962	9,104	9,063	80,140
平均全長	75.8	73.9	75.5	73.2	73	75.9	74.6
放流場所	佐賀県太良町 大浦地先	熊本県天草市 戸馳島地先	福岡県福岡市 宮浦地先	山口県山陽小野田 埴生地先	広島県福山市 田尻地先	愛媛県西条市 西条港内	
輸送時間	2時間	5時間	4時間	5時間20分	7時間40分	10時間20分	
輸送密度	2878	2099	1672	1287	1468	1462	
胸鰭切除標識			右胸鰭全切除				
耳石パターン	ALC1重	ALC2重	ALC2重	ALC3重	ALC3重	ALC4重	

表13 高度化事業における福岡湾内での放流効果指標の点推定値と区間推定

標識率(%) (95%信頼区間)	回収尾数 (95%信頼区間)	回収重量(kg) (95%信頼区間)	回収率(%) (95%信頼区間)
1.7 (0.8 ～ 2.6)	120 (56 ～ 184)	17 (8 ～ 27)	1.2 (0.6 ～ 1.8)

表14 福岡県外海域における放流群別各効果指標の点推定値と区間推定（1歳時点）

放流群	標識率(%)		回収尾数		回収重量(kg)		回収率(%)	
	(95%信頼区間)		(95%信頼区間)		(95%信頼区間)		(95%信頼区間)	
有明海	0.37		120		140.9		0.76	
	(0.20	～ 0.55)	(63	～ 176)	(74.6	～ 207.2)	(0.40	～ 1.12)
八代海	0.07		21		27.6		0.14	
	(0.00	～ 0.14)	(0	～ 45)	(0.0	～ 57.6)	(0.00	～ 0.29)
福岡湾	0.38		123		128.2		0.78	
	(0.15	～ 0.61)	(49	～ 197)	(51.1	～ 205.3)	(0.31	～ 1.26)
瀬戸内海西部	0.29		94		112.3		0.60	
	(0.11	～ 0.47)	(36	～ 152)	(42.9	～ 181.8)	(0.23	～ 0.97)
瀬戸内海中部	0.06		19		20.1		0.12	
	(0.00	～ 0.13)	(0	～ 43)	(0.0	～ 46.3)	(0.00	～ 0.27)
全群	1.18		377		429		0.48	
	(0.46	～ 1.91)	(148	～ 613)	(169	～ 698)	(0.19	～ 0.78)

表15 全県における放流群別各効果指標の点推定値と区間推定（1歳時点）

放流群	標識率		回収尾数		回収重量(kg)		回収率(%)	
	(95%信頼区間)		(95%信頼区間)		(95%信頼区間)		(95%信頼区間)	
有明海	0.35		224		257.1		1.43	
	(0.24	～ 0.46)	(155	～ 293)	(178.1	～ 336.1)	(0.99	～ 1.86)
八代海	0.13		83		98.2		0.53	
	(0.05	～ 0.21)	(33	～ 133)	(38.9	～ 157.4)	(0.21	～ 0.85)
福岡湾	0.27		176		184.0		1.12	
	(0.15	～ 0.40)	(97	～ 255)	(101.6	～ 266.5)	(0.62	～ 1.63)
瀬戸内海西部	0.27		177		216.5		1.13	
	(0.17	～ 0.38)	(108	～ 246)	(131.9	～ 301.2)	(0.69	～ 1.56)
瀬戸内海中部	0.05		33		37.4		0.21	
	(0.00	～ 0.09)	(0	～ 61)	(0.0	～ 68.5)	(0.00	～ 0.39)
全群	1.08		693		793		0.88	
	(0.61	～ 1.54)	(393	～ 988)	(450	～ 1,130)	(0.50	～ 1.26)

水産資源調査

－マダイ幼魚資源調査－

寺井 千尋・的場 達人・上田 拓・山本 千裕

筑前海は全国有数のマダイの生育場、生産地でもある。平成5年度から漁業者と行政が連携してマダイ天然種苗の採捕を原則禁止とし、13cm以下の当歳魚の再放流等のマダイ資源管理計画を策定して、資源管理を実践している。

本調査は、毎年のマダイ幼魚の資源水準の把握とマダイ資源管理の効果把握を目的に実施している。

方 法

調査は1そうごち網漁船にて、7月4日に宗像地域の鐘崎地先(6点)、福岡・粕屋地域の奈多地先(9点)と新宮地先(7点)を、7月12日に唐津湾地域の湾奥部(6点)と湾口部(6点)の計34点で実施した。採捕したマダイ幼魚は、調査点毎に尾数及びその全長を計測した。

結果及び考察

1. マダイ幼魚の資源量

調査海域と調査点毎のマダイ幼魚の採捕尾数を図1に、マダイ幼魚の1曳網における海域別平均入網尾数及び全域平均入網数の推移を図2、3に示した。

海域別平均入網尾数は、宗像沖が173尾、新宮沖が93尾、奈多沖が32尾、そして唐津湾は湾内、湾口ともに9尾であった。宗像沖のみ昨年より多く、その他の海域では非常に少なく、特に唐津湾海域では著しく少なかった。筑前海全域での平均入網尾数も61尾で、昨年の203尾より著しく少なく、本年のマダイ幼魚資源量は、かなり少ないと考えられた。過去と比べると昭和60年～平成4年と同程度の低水準であり、この過去8年間で幼魚資源量が

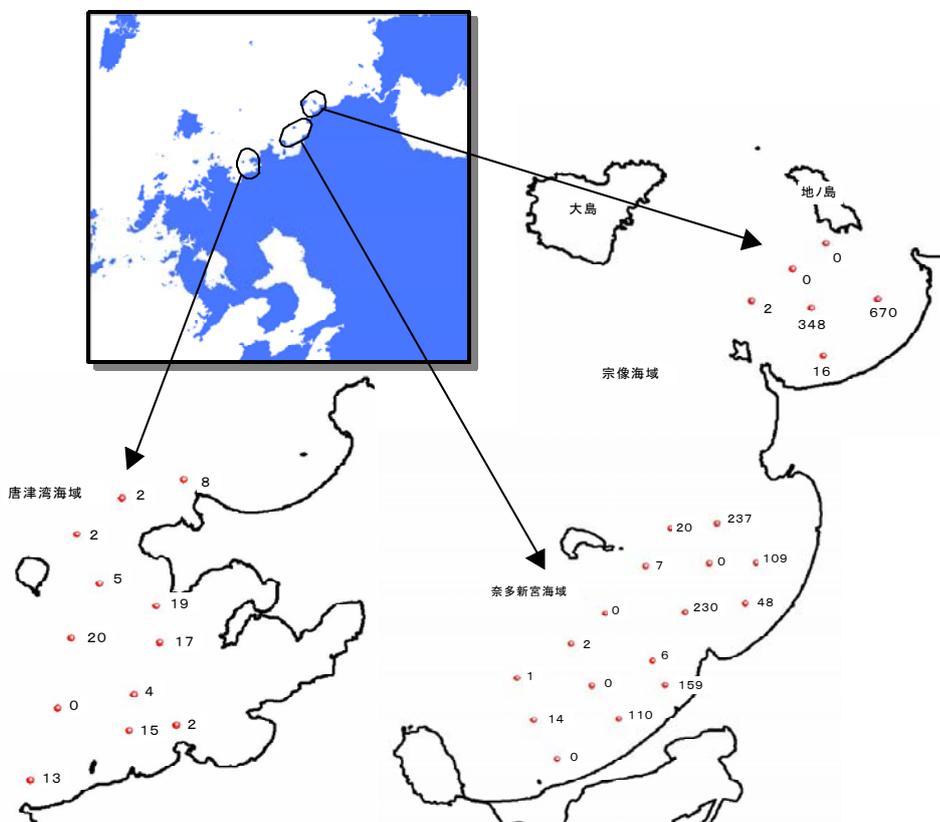


図1 調査海域及び各採捕尾数

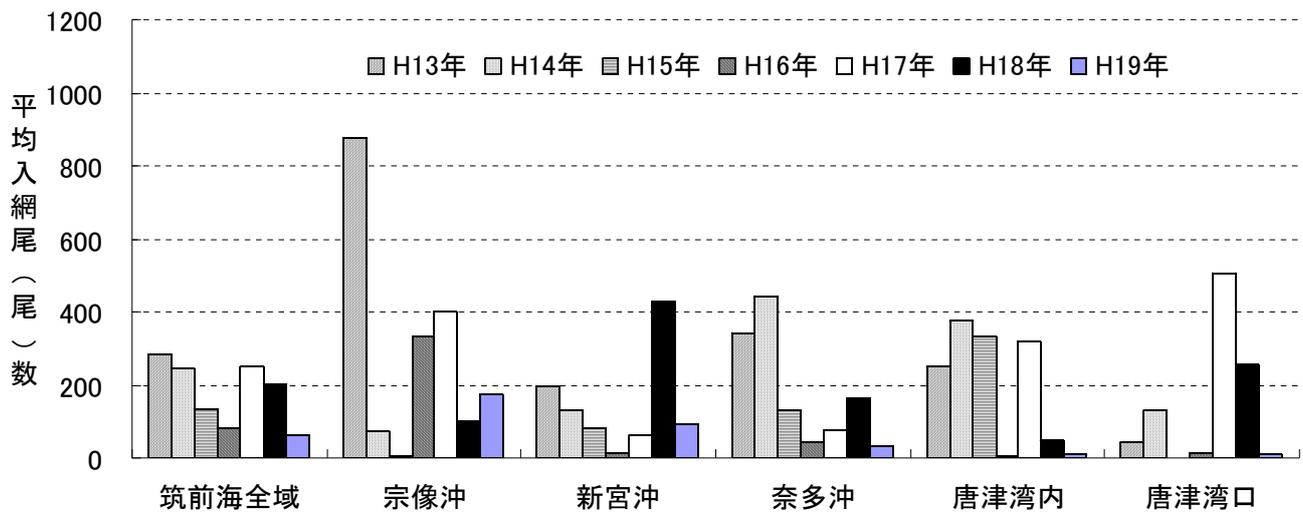


図2 1 曳網における海域別マダイ幼魚平均入網尾数の推移

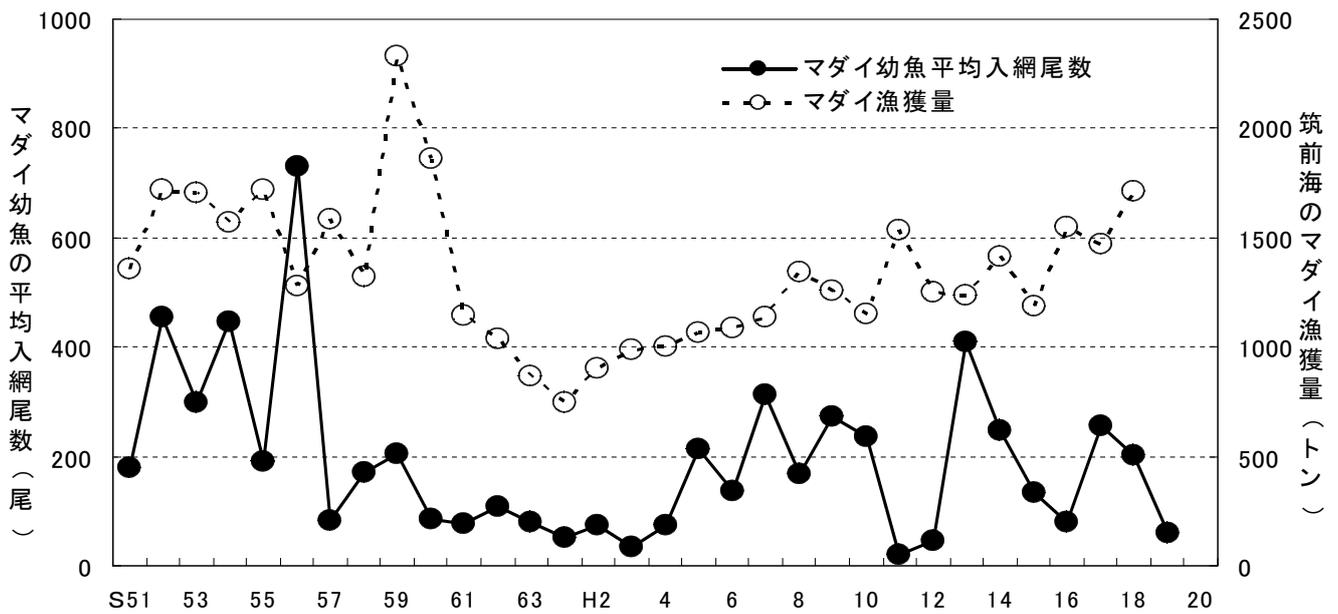


図3 1 曳網におけるマダイ幼魚の全域平均入網数の推移

低水準であった結果、漁獲量が半減していることから、幼魚資源量の低下に注視し、今後もモニタリングを続ける必要がある。

2. マダイ幼魚の全長組成

マダイ幼魚の海域別全長組成を図4に示した。

全域での平均全長は67.6mmで、昨年の60.8mmより大き

かった。採捕されたマダイの全長組成を海域別に見ると唐津湾海域では、例年通り他の海域に比べ小型で、50～60mmの小さな群と65～80mmのやや大きな群の2群がみられた。奈多、新宮及び宗像沖では、60～80mmを中心とした群が主体であった。

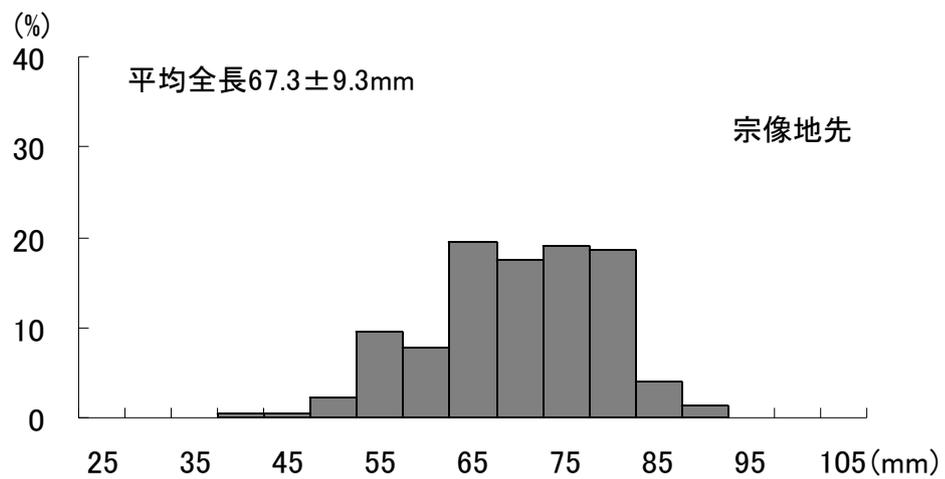
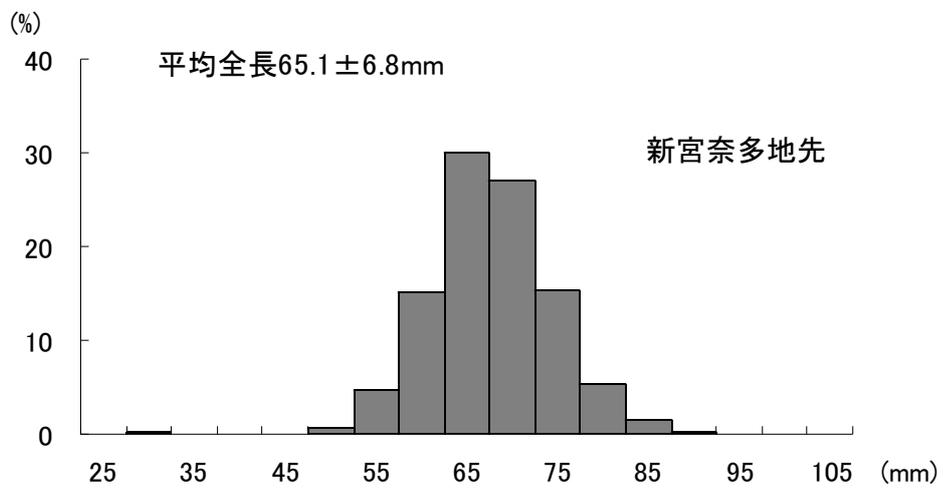
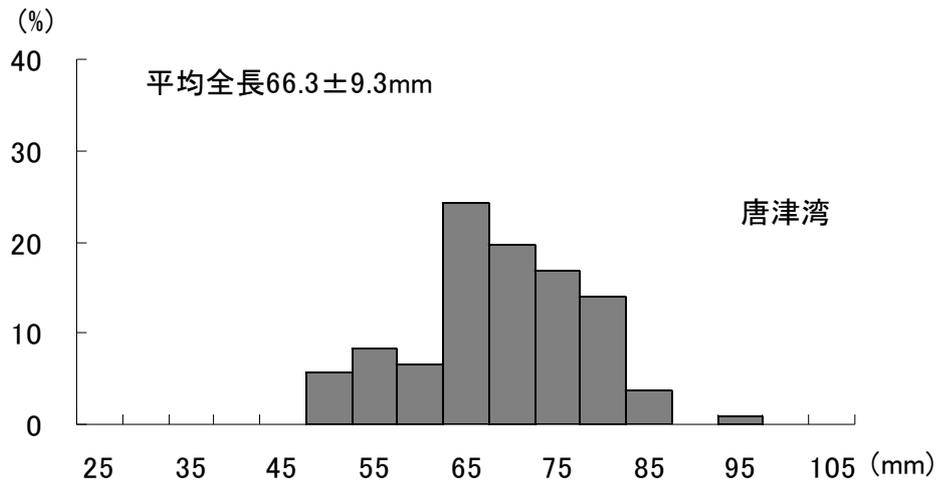


図4 マダイ幼魚の海域別全長組成

フトモズク養殖実用化試験

吉岡 武志・瀧口 克己・行武 敦¹・瀨上 哲・高本 裕昭²・永吉 紀美子²・友澤 将良²

前年度に引き続き、筑前海における冬期の新養殖品種の開発を目的としてフトモズクの養殖試験を実施した。

今年度は特にフトモズク養殖の量産化に重要な採苗法の効率化と育苗の安定化試験について実施した。

採苗法の効率化については、従来法では採苗海水の煮沸殺菌や採苗時の加温など大きな労力を要する。そこで、採苗作業を大幅に効率化するため、より簡易な採苗法の技術開発を試みた。

育苗については、昨年度の量産試験で育苗期における原因不明の藻体流失があった。その原因として、フトモズク育苗期における照度と付着珪藻の影響について解明し、その対策について考察した¹⁾。ただし、小規模試験であったことから、今年度はその有効性について量産による実証試験を行った。

また、海面養殖試験を福の浦、西浦、志賀島、奈多地先で行った。

方 法

1. 採苗法の効率化

採苗試験を平成 19 年 12 月 22 日～20 年 1 月 4 日にかけて行った。新たな採苗法（以下、新採苗法）では、省力化のため、採苗時の使用海水を紫外線照射海水とした。栄養添加剤には、糸状体培養で良好な増殖がみられた KW21（第一製網株式会社製）を使用した（表 1）。

また、採苗網の健苗性については、各採苗法の収穫量を比較することで確認した。

2. 育苗試験

育苗試験を 19 年 12 月 17 日から 12 月 31 日にかけて行った。育苗水槽には屋外の FRP 水槽を用いた。試験では種網の上下面を一定方向に保つよう固定した。試験区は、「露天区」および「晴天時のみ遮光をした区（以下、遮光区）」の 2 区とした。また、育苗条件は昨年度

表 1. 採苗条件

採苗方式	採苗時の使用海水	水温
新採苗法	紫外線照射海水 + KW 2 1	自然水温
従来採苗法	煮沸殺菌海水 + KW 2 1	15℃

表 2 育苗条件

項目	条件
種網設置水深	水面下 10cm
注水量	1 回転 / h
種網洗浄	週 3 回

の試験時と同様とした（表 2）。

3. 海面養殖試験

福の浦、西浦、志賀島、奈多地先で養殖試験を実施した。養殖開始時期は、福の浦地先では 1～4 月、その他は 3 月とした。特に福の浦地先においては、漁場の濁りが少ない 2 月が養殖適期と考えられたため、養殖網の多くを同時期に沖出しした。

養殖開始時の藻体サイズは 1～50mm であった。収穫は 3～5 月にかけて行った。

結果及び考察

1. 採苗法の効率化

新採苗法の水温は、5～12℃の範囲で推移した。また、珪藻等の他生物の発生もみられなかった。さらに、5℃の低水温時においても大量の遊走子が発生し、採苗網に付着した。

また、採苗後に行った育苗では、新採苗法、従来採苗法ともに藻体長 3～5 mm まで順調に生育した。1 網あたりの収穫量は、各々平均約 13kg で健苗性に差はみられなかった（表 3）。さらにその後、新採苗法で 110

*1（財）福岡県栽培漁業公社

*2（株）第一製網

網の量産に成功し、藻体長3～5mmまで順調に生育した。

以上のことから、簡易な新採苗法でも従来法と同様に採苗可能であることが明らかとなり、採苗にかかる労力の大幅な軽減が可能となった。

2. 育苗試験

露天区では、直射日光が当たる上面のみ藻体が流失した(図1)。また、下面においては藻体の流失はみられなかった。一方、遮光区では藻体の流失がみられず、種網全体に藻体が付着した(図2)。これらの結果は、昨年度の試験と同様であった。

今回の量産試験時においても高照度のフトモズク糸状体への影響が証明された。また遮光による育苗の有効性についても確認できた。

3. 海面養殖試験

養殖試験結果を表4に示す。収穫量は福の浦1,723kg, 奈多60kg, 西浦120kg, 志賀島が20kgで、合計1,923kgであった。

福の浦については、2月に沖出した網が順調に生育した。また、1月はシケによる網汚れがあったが、海上での網洗浄技術の開発により、収穫に結びつけることが出来た。一方、3月中旬以降においては1ヶ月以上に渡りシケや降雨によって漁場が濁った。この長期間に渡る濁りにより藻体の多くが枯死した。このように漁場全体が長期間濁った場合の対策は難しく、網洗浄等の労力も大きくなる。そのため、福の浦においては、海況が安定する2月を中心とした養殖を行うことで安定した収穫が見込めると考えられた。

奈多、西浦については、良質なフトモズクが収穫できた。しかし、漁港内での養殖のため漁場が狭く、量産は難しい状況にある。漁場拡大については、今後各浜で調



図1 流失した網糸 (露天区 種網上面) 図2 高密度に付着した網糸 (遮光区 種網上面)

表3. 採苗方別の収穫量

採苗方式	収穫枚数	収穫量 (kg) / 網		
		平均	最大	最小
新採苗法	42	12.9	16.0	8.4
従来採苗法	8	13.0	16.5	8.5

表4. フトモズクの収穫量(養殖試験) (kg)

	H17	H18	H19	H20
福の浦	261	895	623	1,723
奈多	—	74	5	60
西浦	—	—	22	120
志賀島	—	—	4	20
合計	261	969	654	1,923

整していく必要がある。

志賀島においては、4月の大シケで施設が大破した。この海域で養殖するには、海底張りやすだれ方式の大シケに耐える施設の開発が必要である。

文 献

- 1) 吉岡武志：フトモズク育苗期における照度と付着珪藻の影響，福岡県水産海洋技術センター研究報告，18, 5-9(2008)。

ノリ品種判別技術開発

淵上 哲・岩淵 光伸

近年の外国産ノリの輸入拡大により、虚偽の産地表示や国内で開発されたノリ品種が国外に持ち出されて養殖されるなどの問題が懸念される状況にあり、食の安心や国内ノリ養殖業の保護の観点から品種判別技術の開発が急務となっている。そこで、本事業ではノリのゲノムDNA全体から多型領域を探索し、それらを解析・比較することによって品種間の判別のためのDNAマーカーを開発することを目的とする。

方 法

1. RAPDスクリーニング

DNAの解析には、わずかな差異を検出するのに有効であり、イネやイチゴ等の品種識別技術開発にも使われているRAPD法を用いた。サンプルは、昨年度は5品種の葉体から抽出したDNAを用いたが、今年度は（独）水産総合研究センターから送付されたスサビノリ系統39品種、アサクサノリ系統9品種、計48品種の糸状体から抽出したDNAを使用した。ランダムプライマーキット（オペロン社製）を用いてPCRを行ったのち、1.0%アガロースゲルで電気泳動を行い、EtBrで染色後にバンドパターンを観察・記録した。

2. STS化プライマーの試作

昨年度の試験で得られた品種特異的増幅領域をアガロースゲルから切り出し、ゲル精製キット（キアゲン社製）を用いて精製した。得られた精製断片はTOPOクローニングキット（インビトロジェン社製）を用いてクローニングし、ミニプレップキット（キアゲン社製）によりプラスミドを抽出したのち、挿入断片の塩基配列を解読した。この結果からSTS化プライマーを設計し、品種識別能力の確認を行った。

結果及び考察

1. RAPDスクリーニング

ランダムプライマーキットOPAA～OPBEのうち48種類のプライマーを用いてPCRを行った結果、ほとんどの品種で増幅パターンが異なるプライマーや（図1）、スサビノリ系統品種は全て同じパターンを示すものの、アサクサノリ系統間で増幅パターンが異なるプライマーなどがみられた（図2）。これらの品種特異的増幅領域はDNAマーカーとして利用できると考えられ、今後サイズや品種間での出現状況を精査した上で、STS化を行うバンドを選定し、クローニングを行っていく必要がある。

2. STS化プライマーの試作

6本の多型バンドを選定し、これらの解析結果から19～23塩基のSTS化プライマーを12ペア設計した。これらを用いてPCRを行ったところ、多数の品種で増幅がみられたり、複数のバンドが増幅したりして、特定の品種を識別することはできなかった。しかし、うち1つのプライマーについては、スサビノリの全品種で増幅がみられたのに対しアサクサノリでは増幅がみられなかったことから（図3）、スサビノリとアサクサノリの識別には有効であると考えられた。

今回試作したSTS化プライマーが有効に機能しなかった原因としては、RAPDスクリーニングで選定したバンドが実際にはその品種に特異的ではなかったことや、STS化プライマーの設計部位に品種特異的領域が含まれていなかったこと、STS化プライマーの配列が最適でなかったこと、あるいはPCR条件が最適でなかったことなどが考えられる。今後は、できるだけ多くの多型バンドを収集し、プライマーの設計方法を再検討して多数のSTS化プライマー候補を作成した上でスクリーニングを行っていく必要があると考えられる。

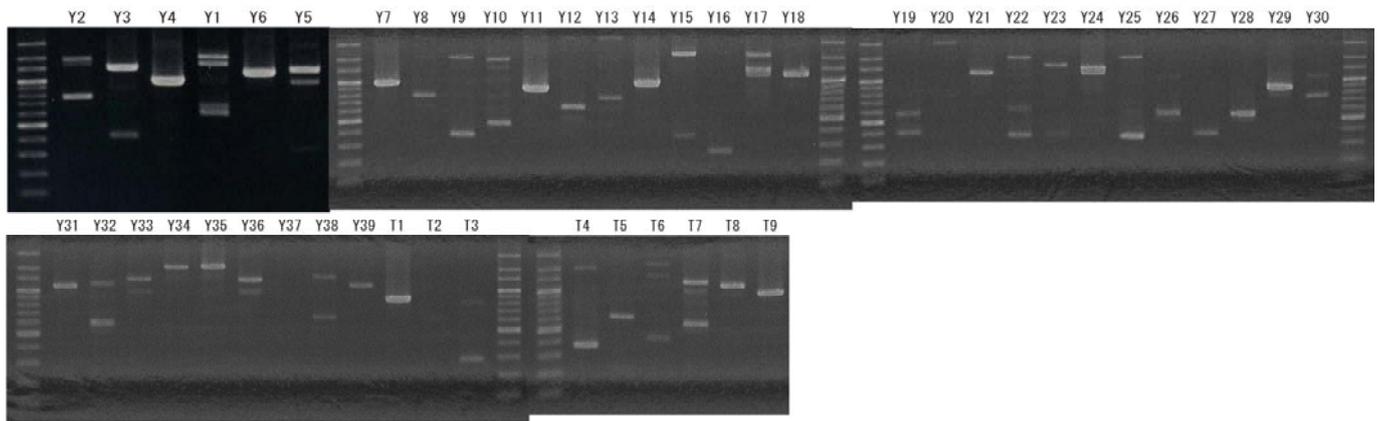


図 1 糸状体DNAのRAPDパターン (プライマーOPBE-07)
 Y1～Y39 : スサビノリ系統品種, T1～T9 : アサクサノリ系統品種

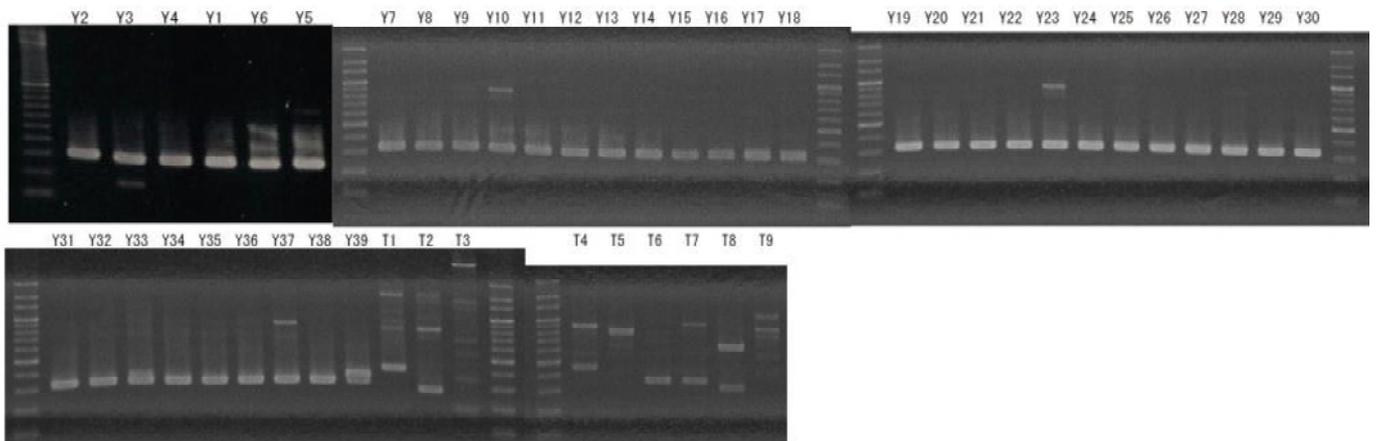


図 2 糸状体DNAのRAPDパターン (プライマーOPBC-15)
 Y1～Y39 : スサビノリ系統品種, T1～T9 : アサクサノリ系統品種

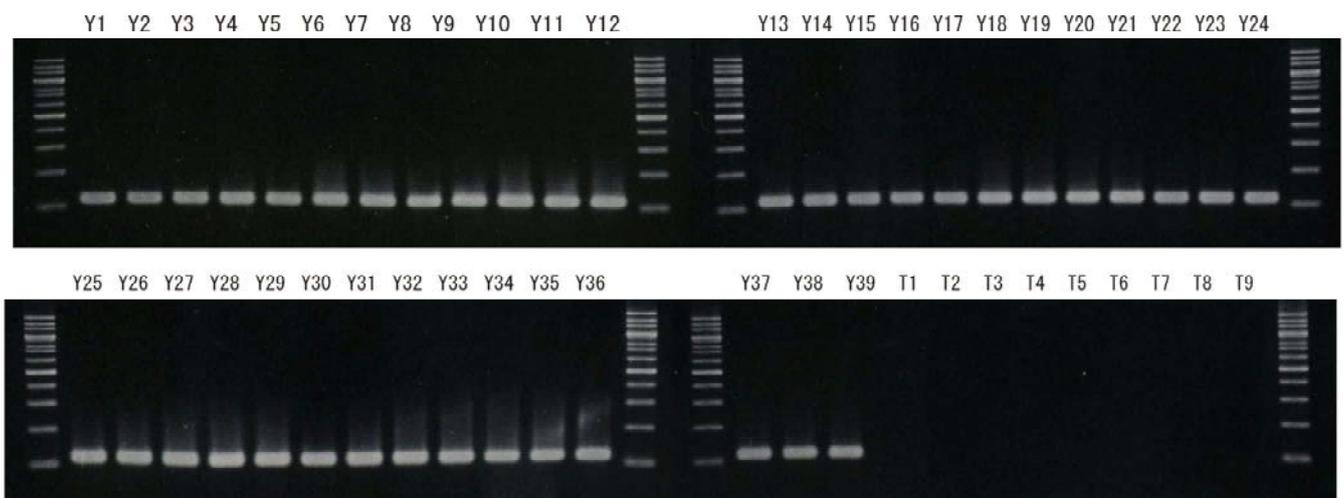


図 3 STS化プライマーを用いたPCR結果
 Y1～Y39 : スサビノリ系統品種, T1～T9 : アサクサノリ系統品種

資源管理型漁業対策事業

(1) 資源回復計画作成推進事業 (イカナゴ)

的場 達人

本調査は、資源水準が低位であるイカナゴ資源の回復を目的として、その計画促進のために必要な資源調査を行うものである。福岡県イカナゴ資源回復計画は、平成19年から3年間実施されている。

方 法

1. 釣餌用漁獲動向の把握

釣餌用房状網漁業は、必要分のイカナゴを房状網で漁獲後、1本釣漁場まで活魚で輸送し釣餌として使用する。出荷販売されないため、仕切統計等にその漁獲量は計上されない。

そこで福岡湾口漁場で操業する主要漁協に、漁船規模別の操業日誌を配布し漁獲量の記載を依頼し、それから漁船規模別に1日1隻あたりの漁獲量 (CPUE) を求め、房状網の出漁隻日数に乗じて漁獲量を推定している。対象漁協は、福岡湾口漁場で操業する福岡市漁協玄島、志賀島、奈多支所及び糸島漁協野北支所としている。定期的に釣餌用漁獲物の魚体測定を行い、体重の成長式を求め1日1隻あたりの漁獲尾数と累積漁獲尾数を算出する。また、イカナゴ資源の減少、移動傾向を把握するため釣餌用漁期 (4~6月) 中に福岡湾口域の定点で定期的に調査船による空針釣調査を実施し、沿岸資源動向調査で実施した終漁後夏眠中 (9~10月) の残存親魚分布状況との比較を行う。

2. グミ影響調査

近年、グミがイカナゴ潜砂海域である福岡湾口域で大発生している。グミによるイカナゴの棲息阻害の有無を検討するため、10定点で調査船による空針釣漁具を用いて、イカナゴとグミの分布状況を調査する。

結果及び考察

1. 釣餌用漁獲動向の把握

平成18年に福岡湾口海域で操業する釣餌用房状網船は大型船8隻、中型船12隻、小型船13隻の計33隻であったが、19年は資源が少なかったことから釣餌用漁は出漁を

取りやめた。(表1)

操業日誌から推定したH19年の漁獲量は18トンと過去5年平均144トンの13%に大きく減少した。月別にみると、加工用漁が中心である3月に福岡湾外の西浦漁港沖漁場で18トン (平年比58%) の漁獲となったが、4月以降はその魚群も消失し、協議の末全面禁漁となったため、釣餌用の漁獲はなかった。(図1, 2)

釣餌用漁 (4~6月) の漁獲データがなかったため、DeLury法 (除去法) を用いた初期資源尾数の解析はできなかったが、調査船による空針調査で分布・移動状況の把握を行った。

例年4~6月にかけて空針に掛かる潜砂個体が増加していく傾向がみられるが、本年の4月初旬は平均5尾/千m²と少なく、夏眠直前の6月下旬には逆に1尾/千m²に減少した。(図3)

夏眠中の10月には0.3尾/千m²と、親魚量の基準としている100尾/千m²を大きく下回ったため、翌年の発生期 (1~2月) の水温が低くても、稚魚の発生は見込めない状況となった。(図4)

また、本年度は漁業者から、4月初旬にそれまでいた魚群が消失し、潜砂したのか、移動したのか確認したいとの要望があったため、4月20日に定点とは別に同行した漁船が示した3点で、空針調査を通常的时间 (2ノット5分) より長い距離で実施した。その結果、各点でシンコ (当歳)、フルコ (1~歳) が採捕され、そのシンコが占める割合は58%であった。イカナゴの一部は潜砂が確認され、一部は逸散したものと考えられた。

また、4月24日には隣接海域である唐津湾の過去に採捕実績のある姫島南で2回空針調査を行ったが採捕されなかった。(図3)

2. グミ影響調査

空針による夏眠前の調査結果では、16~17年にグミの分布が少なかったが、18~19年にはイカナゴ親魚が多く夏眠していた西浦岬西側の長間礁やキョウゼ周辺でグミが増加していく傾向がみられた。夏眠中の空針調査によると10定点の平均分布密度は 3,136個/千m²と前年の776個/千m²と比較し398%と大幅に増加した。(図5, 6)

以上が本年度の調査結果である。沿岸資源動向調査で資源量の指標値としている稚仔発生量及び親魚量調査によると、18年までの5年間は増加傾向にあったが、19年1～4月の暖冬の影響で、稚魚の発生・定着が不調となった。3月の加工用漁では平年の5割程度の漁獲が得られたが、4月以降の釣餌用漁では不漁のため資源回復計画協議の末、5月から全面自主禁漁となった。

漁業者からの聞き取りでは、4月12日まで西浦漁港沖にみられた魚群が、4月14日に円石藻による海の白濁がみられてから、魚影が消失したとの情報があった。円石藻は福岡湾口では16年と19年の2回確認され、16年のイカナゴは豊漁でその影響は確認されなかったが、19年は円石藻の密度も濃くその分布が漁場と重なっており、その濁りにより魚群が逸散した可能性は否めなかった。

19年4月は漁場底層水温が30年平均を3℃上回る高水温でありそれが逸散の大きな要因であったが、それに棲息漁場でのグミの大量発生や、円石藻による海の白濁等の要因が複合した結果、親魚が逸散したのではと考えられた。

特に19年は近隣海域でもイカナゴが少なかったとの情報からも、全体資源量は発生期における暖冬の影響で少なかったものと考えられた。

過去の調査で漁期終了後の親魚量が100尾/千m2以下に

なると、翌年冬の環境にかかわらず加入量が少なくなるとされており、その年の発生量に応じた漁期削減により適正な親魚量を残存させていく必要がある。19年2月14日にカナゴ網検討委員会で親魚保護によるイカナゴ資源回復計画について提案され、翌月、漁業者の承認が得られた。その内容は、毎年2月に開催される当委員会でセンターが調査報告する稚魚の発生状況等を受けて漁期を委員会が決定し、現状の漁獲量を維持できるだけの親魚を残していくというものであった。水産庁の承認を経て19年5月30日に筑前海区漁業調整委員会に諮問し、決定された。

今後、親魚量を回復させる手段としては、100尾/千m2の水準に戻るまで、少量の発生があっても獲らないことが最も重要である。一方で、イカナゴの棲息場所である福岡湾口部のグミの分布量は拡大傾向にあり、これによるイカナゴの資源回復阻害状況の把握が急務となっている。イカナゴの棲息場所は潜砂に適した粗砂域であり、夏眠・産卵場も同様の場所であることが明らかにされている。グミも同様の粗砂域を好む傾向がみられ、イカナゴの棲息場所が占有され、残存資源が逸散していくことが想定される。今後もイカナゴ資源回復にグミが及ぼす影響についても検討する計画である。

表1 禁漁前年の福岡湾口海域での房状網操業隻数 (H18年)

漁獲目的	漁船規模	隻数
釣餌用	大型船 15トン以上	8隻
	中型船 5トン以上	12隻
	小型船 5トン未満	13隻
小計		33隻
加工用	大型船 15トン以上	11隻
総計		44隻

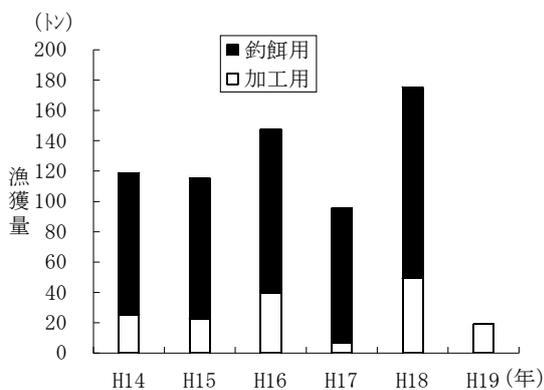


図1 福岡湾口漁場での経年漁獲量

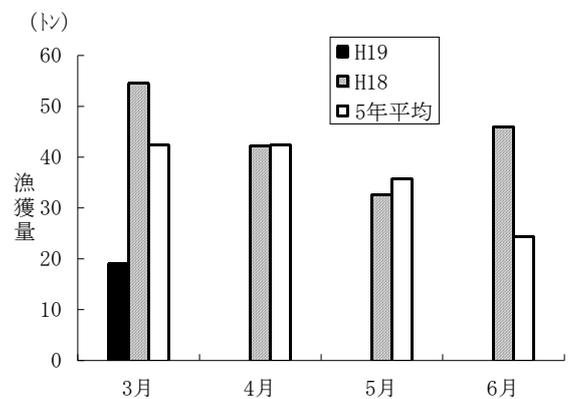
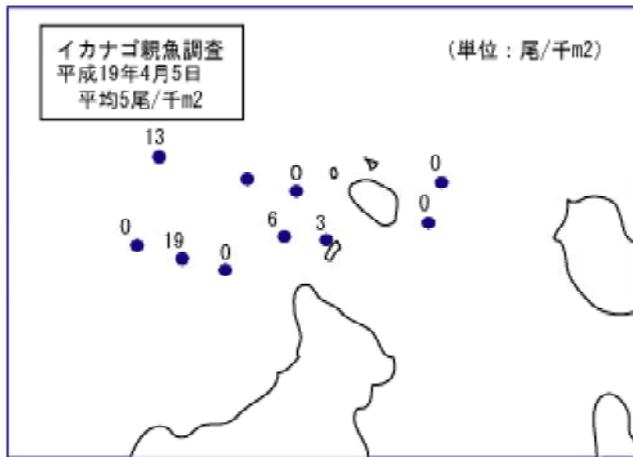
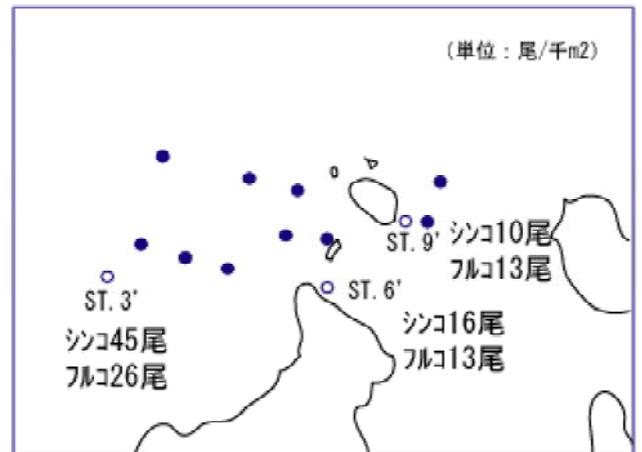


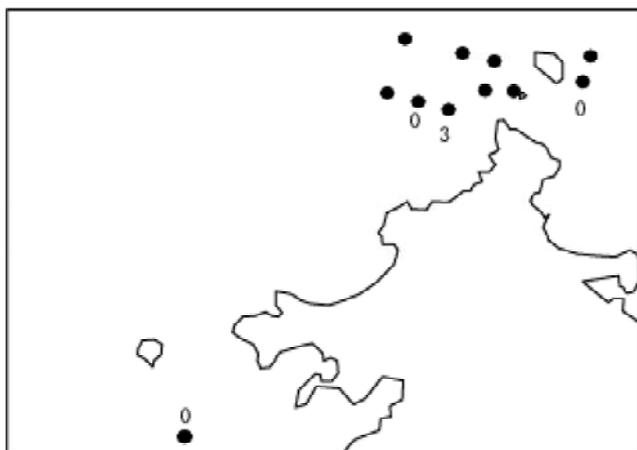
図2 福岡湾口漁場での月別漁獲量



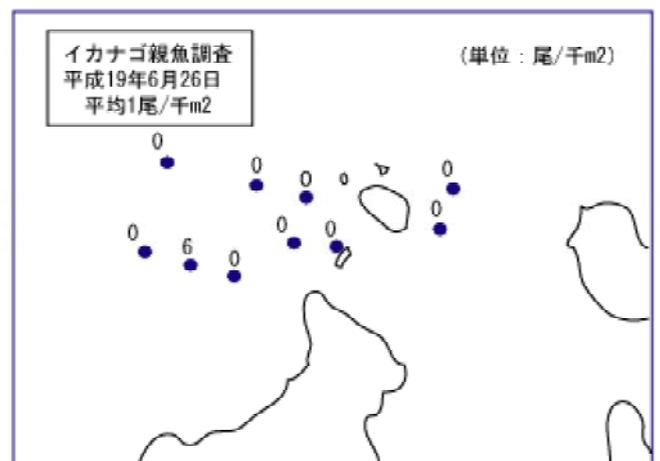
19年4月5日



19年4月20日

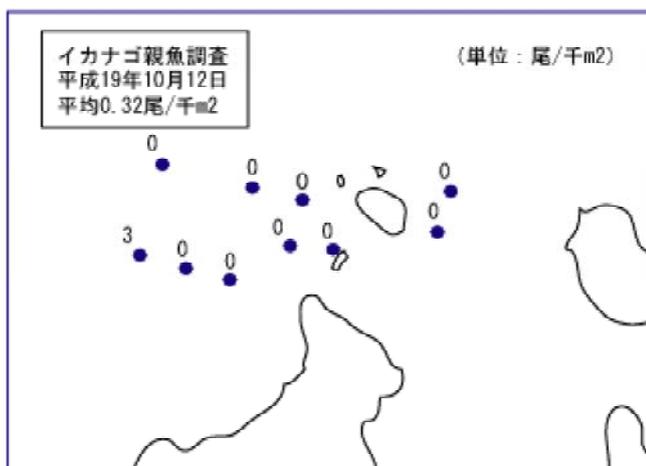


19年4月24日

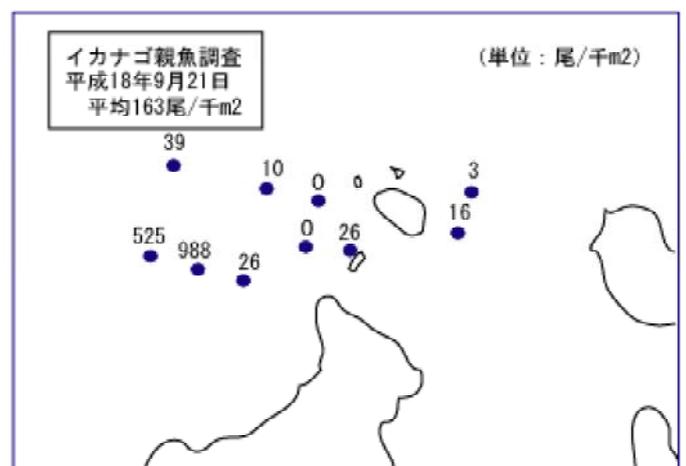


19年6月26日

図3 夏眠前のイカナゴ分布状況

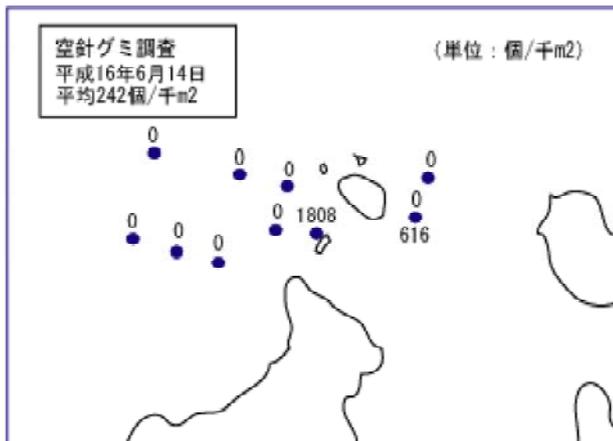


19年10月

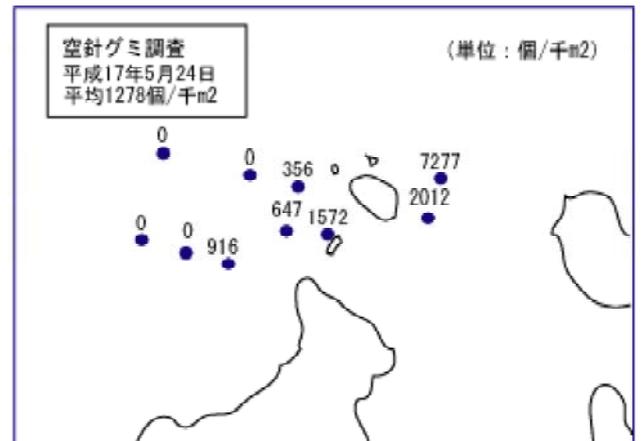


18年9月

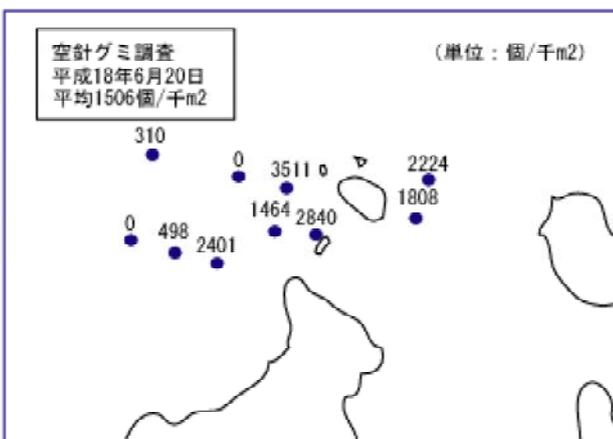
図4 夏眠中のイカナゴ分布状況



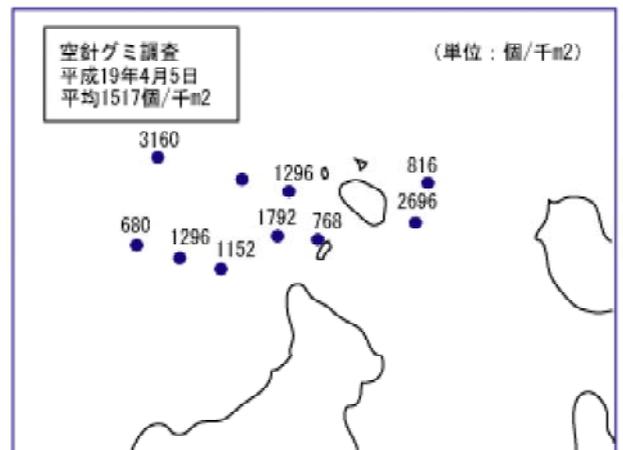
平成16年



平成17年

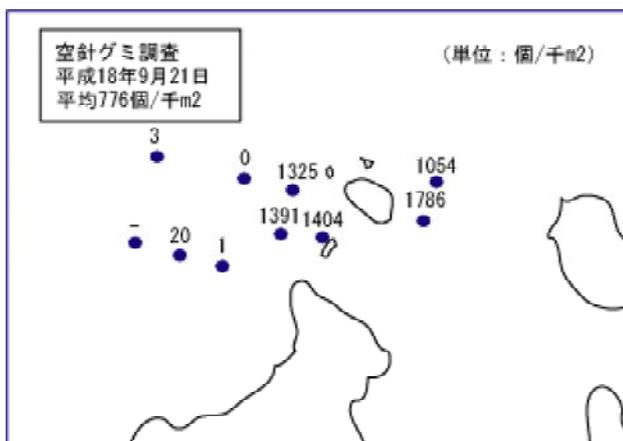


平成18年

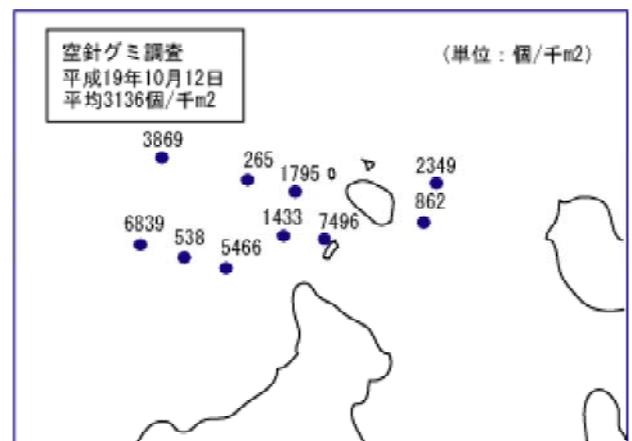


平成19年

図5 イカナゴ夏眠前の空針調査によるグミ分布状況



平成18年



平成19年

図6 イカナゴ夏眠中の空針調査によるグミ分布状況

資源管理型漁業対策事業

(2) 資源管理・営漁指導指針の策定 (ハマグリ)

中本 崇・秋本 恒基・渡辺 大輔・筑紫 康博

現在, 国産の天然ハマグリは乱獲や漁場環境の悪化により激減し, 9割以上を輸入品に頼っている。このような状況の中で, 糸島の加布里干潟では天然のハマグリが漁獲されており, 全国的にも貴重な漁場となっている。

この加布里干潟を行使している糸島漁業協同組合加布里支所(以下, 「加布里支所」という。)では, 平成9年から独自にハマグリ資源を管理し, ハマグリ漁を行ってきた。これまでの経験的な資源管理方策の効果を把握してさらに改善していく必要がある。また, 当初の出荷方法では, その大半を地元福岡市場への出荷に頼っていたため, 潮の大きな時期に荷が集中してしまい, 単価が低迷していた。そこで, 加布里干潟に生息するハマグリ資源量調査, 漁場利用調査等を行い, 漁場の有効利用を含めた資源管理方針を策定するとともに, 市場外流通等の付加価値向上策を検討した。

方法

1. 資源量調査

漁場である加布里干潟において, 平成19年7月2日にハマグリ現存量調査を実施した。大潮の干潮時に出現した干潟漁場において100m間隔で45定点を設け, 0.26㎡の範囲内のハマグリを採集・計数して, 分布密度を漁場面積で引き延ばすことで現存量を推定するとともに, 採集されたハマグリ of 殻長組成についてとりまとめた。

2. 単価向上試験 (漁獲実態を含む)

単価向上を目的として, 関西市場への出荷, 宅配および県内業者への相対取引を行い, 仕切書から今年度の主要出荷先別単価と平成10年からの総水揚げ量, 水揚げ金額, 単価を集計した。また, 単価については特大(殻長6.5cm以上), 大(6.5~6.0cm), 中(6.0~5.5), 小(5.5~5.0cm)の出荷サイズ別に行った。

3. 資源管理・営漁指導指針策定の協議

平成19年度漁期における資源管理および営漁指導指針について, 加布里支所において漁業者との協議を行うとともに, 平成8年度以降の資源管理・営漁指導指針の変遷についてとりまとめを行った。

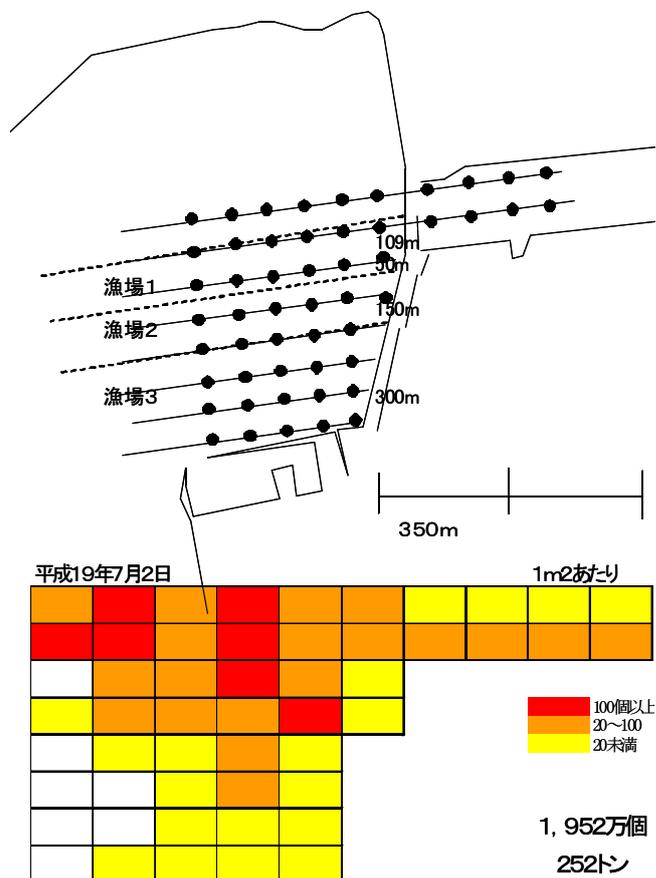


図1 加布里干潟におけるハマグリ of 分布密度 (上: 調査点, 下: 分布密度)

結果及び考察

1. 資源量調査

加布里干潟における資源密度を図1に示した。漁場の中でも北側寄りの海域で, 平方メートル当たり100個体を超える密度の高い区域が多かった。一方20個体未満の区域は漁場の南部及び河口域北側に多かった。干潟全体の資源量は, 1,952万個, 252トンと推定された。採取されたハマグリ of 殻長は, 図2に示すとおり, 11~66mmであった。一般的なハマグリ of 成長を勘案するとこれらの個体は1~5歳貝であると思われる。このうち, 資源管理指針で殻長制限をしている殻長50mm以上の個体数は, 全体の17.3%であった。

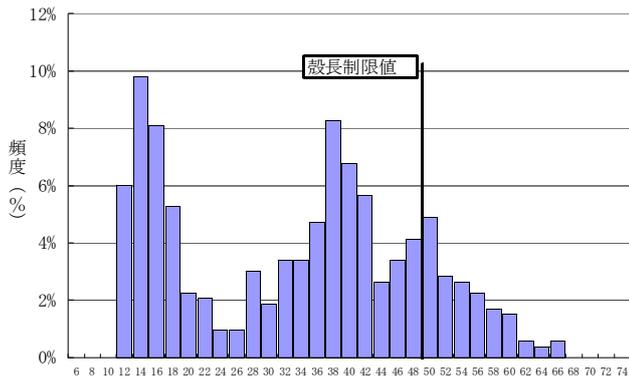


図2 ハマグリノ殻長組成

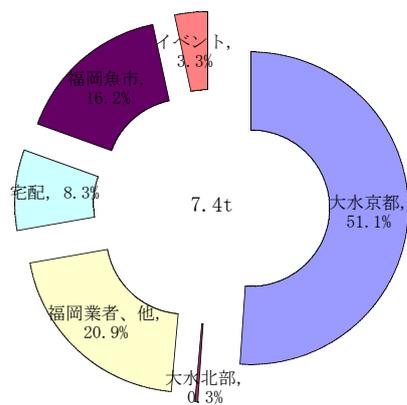


図3 ハマグリノ出荷先別出荷割合

2. 単価向上試験（漁獲実態を含む）

今年度の水揚げ量は7.4トンであった。水揚げしたハマグリのお荷先を図3に示した。大水京都および大水北部の関西市場が51.4%，県内業者等の相対取引が20.9%，福岡市場が16.2%，宅配が8.3%，イベント用が3.3%であった。月別銘柄別単価を図4に示した。県内業者等への相対取引および宅配は，取り組みの主体であるハマグリ会が単価を設定したため，特大2200円/kg，大2000円/kg，中1800円/kg，小1500円/kg前後で一定して高値で推移した。これに対し，関西市場では，ひな祭り需要のある2月には，各銘柄とも宅配と同様の高値になるものの，それ以外の時期には大きく下落した。地元福岡の市場単価は，小サイズの2月以外では，いずれの銘柄でも漁期をとおして他より低い単価で推移した。これらの結果から，単価向上を実現するためには，県内業者等の相対取引や宅配の売り上げを伸ばし，関西市場へはひな祭り需要のある2月の出荷を増やすことが必要であると考えられた。

次に，ハマグリの水揚げ量，水揚げ金額及び平均単価の経年変化を図5に示した。水揚げ量は，10～12年度に

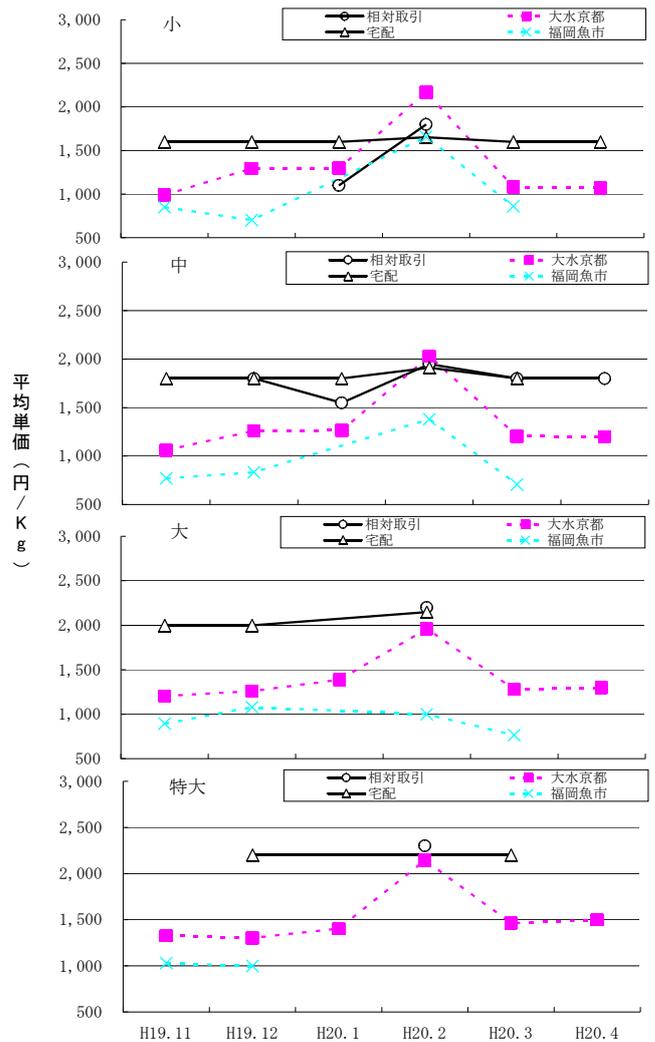


図4 主要出荷先の銘柄別月別単価

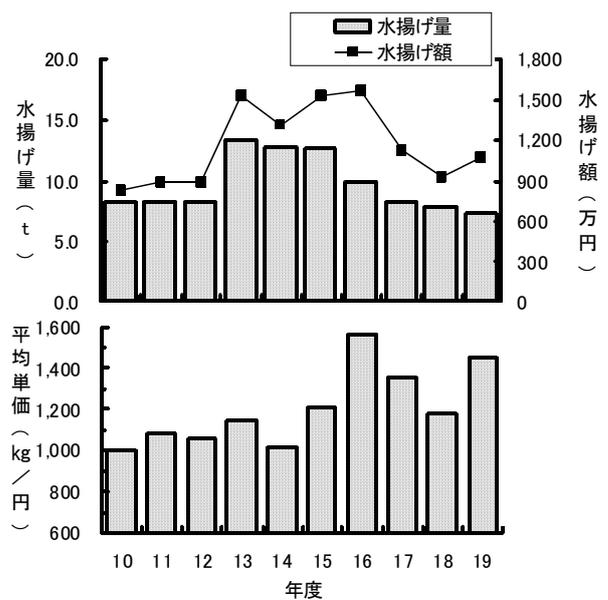


図5 ハマグリノ漁獲量、水揚げ額および平均単価の経年変化

は約8トンであったが、13～15年度には13トン前後にまで増加し、16年度以降は再び減少して8～10トンで推移しているが、これは資源量の低下ではなく漁獲努力を抑えたためである。

水揚げ金額も平成10～12年度には800万円台で推移したが、その後水揚げ量の増加とともに1,500万円前後まで上昇した。平成16年度には水揚げ量が減少したにもかかわらず、水揚げ金額は1,500万円台を保った。平成17,18年度には水揚げ量の減少とともに水揚げ金額も減少しが、19年度は水揚げ量が減少したにもかかわらず水揚げ額は増加した。

単価の推移では、平成10～14年度には1,000円/kg前後であったが、平成15年には1,204円、平成16年には1,567円まで上昇した。その後平成17年度には1358円、平成18年度には1,183円とやや下がったが、19年度は1,451円と増加した。平成16年度単価の上昇については、関西市場への出荷が本格的に開始されたためである。18年度単価の下落については、ノロウイルスによる風評被害がハマグリにも及んだためと考えられる。

3. 資源管理・営漁指導指針策定の協議

加布里支所におけるハマグリ資源管理・営漁指導指針の変遷を表1に示した。平成8年度までは、ハマグリの資源管理に対する取り組みはほとんどなされていなかった。平成9年度にハマグリ会が発足すると、漁場監視、採取期間、採取箇所及び採取数量など多くの資源管理の取り組みが導入され、組織化により漁業者間におけるハマグリの資源管理に対する意識が飛躍的に高まったことがうかがえた。

本年度漁期における資源管理および営漁指導指針については、加布里支所において漁業者との協議を行い、表1の指針に基づき操業を行った。平成17,18年度および今年度の資源調査の結果から、資源量はそれぞれ1,847万個、1,667万個および1,952万個体と推定され、本資源管理手法が適正に機能しているとの判断で今年度も同様の資源管理を行うことを確認した。唯一の改善点は、昨年度はハマグリの自然の移動に任せ河口域から漁場への人為的移植を試験的に中止したが、今年度は漁場の有効利用のため人為的移植を再開した。

表1 ハマグリ資源管理指針の変遷

	平成8年度	平成9年度	平成10年度	平成11年度	平成12年度	平成13年度	平成14年度	平成15年度	平成16年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度	
組織化		ハマグリ会発足	→										
資源管理指針		資源管理規則制定	ハマグリ採取漁業規則制定	一部改正	→								一部改正
漁場監視		当番制による監視	当番制による監視	→									
採取期間	10～4月	10～4月	10～4月	11～3月	→								
採取箇所		漁場を3区に分け、内1区を1年間休漁とする	漁場を3区に分け、内1区を1年間休漁とする	→							漁場を3区に分ける輪探制を採用	→	
採取方法	手堀	手堀	手堀	→									
採取数量	無制限	15kg/日/人	15kg/日/人	10kg/日/人	→								
選別			殻長5cm以上	→									
移植放流	定期的を実施	定期的を実施	定期的を実施	→								試験的に自然の移動に任せる(密漁警告看板強化)	定期的を実施

漁獲管理情報処理事業

－ T A C 管理 －

上田 拓・山本 千裕・的場 達人

平成9年よりTAC制度が導入され、福岡県ではマアジが4,000t、マサバ・ゴマサバ、マイワシ、スルメイカが若干量の規制を受けている。これらTAC対象魚種の漁獲状況を把握し、資源の適正利用を図ることを目的に調査を実施した。

方 法

TAC対象魚種のアジ、サバ、イワシ、スルメイカについて平成19年（1～12月）の対象魚種の漁業種別漁獲量を把握し、TAC枠内で資源が適正に利用されているか検討した。

平成19年中、漁獲量の集計を行った漁協は、報告義務がある中型まき網、及び浮敷網漁業者がいる9漁協（支所数含む）の他、主要21漁協（支所数含む）及び員外漁業者1名であった。

原則的にTACシステムを利用し、システムが整備されていない漁協からのデータは、電子メールあるいはFAX等により定期的に収集した。

月別に集計した結果は、県漁政課を通して水産庁へ報告した。

漁業種別魚種別の漁獲量、月別の漁獲量をそれぞれ表1、図1に示した。魚種別の漁獲量の推移を図2に示した。

本県のTAC対象種はいずれもあじさば中型まき網漁業での漁獲が大部分を占めている。本県でのあじさば中型まき網漁業の操業期間は5月から12月までであり、いずれの魚種もこの期間での漁獲が多い。

平成19年本県のマアジ割当4,000トンに対し、漁獲量は2,860トンであった。漁業種類別の内訳は、中型まき網は2,280トン、浮敷網174トン、その他406トンであった。

8、11月は平年（過去5年間）を大きく上回ったが、他の月はほぼ平年並みであり、年間では平年比102%と平年並みにとどまった。銘柄別組成もほぼ平年並みであった。

マサバ・ゴマサバ（割当若干量）は中型まき網1,751トン、浮敷網20トン、その他43トン、総計1,814トンであった。前年比175%、平年比177%と好漁であり、過去10年で最高であった。

マイワシ（割当若干量）は、中型まき網121トン、浮敷網109トン、その他で7トン、総計237トンで依然として低水準ではあるが、過去10年で最高であった。

スルメイカは、中型まき網41トン、浮敷網2トン、その他漁業91トンで、前年、平年を大きく下回った。

結果及び考察

表1 漁業種類別漁獲量の合計（t）

魚種	敷網漁業	中型まき網漁業	その他漁業	合計
マアジ	174	2,280	406	2,860
マサバ・ゴマサバ	20	1,751	43	1,814
マイワシ	109	121	7	237
スルメイカ	2	41	91	134

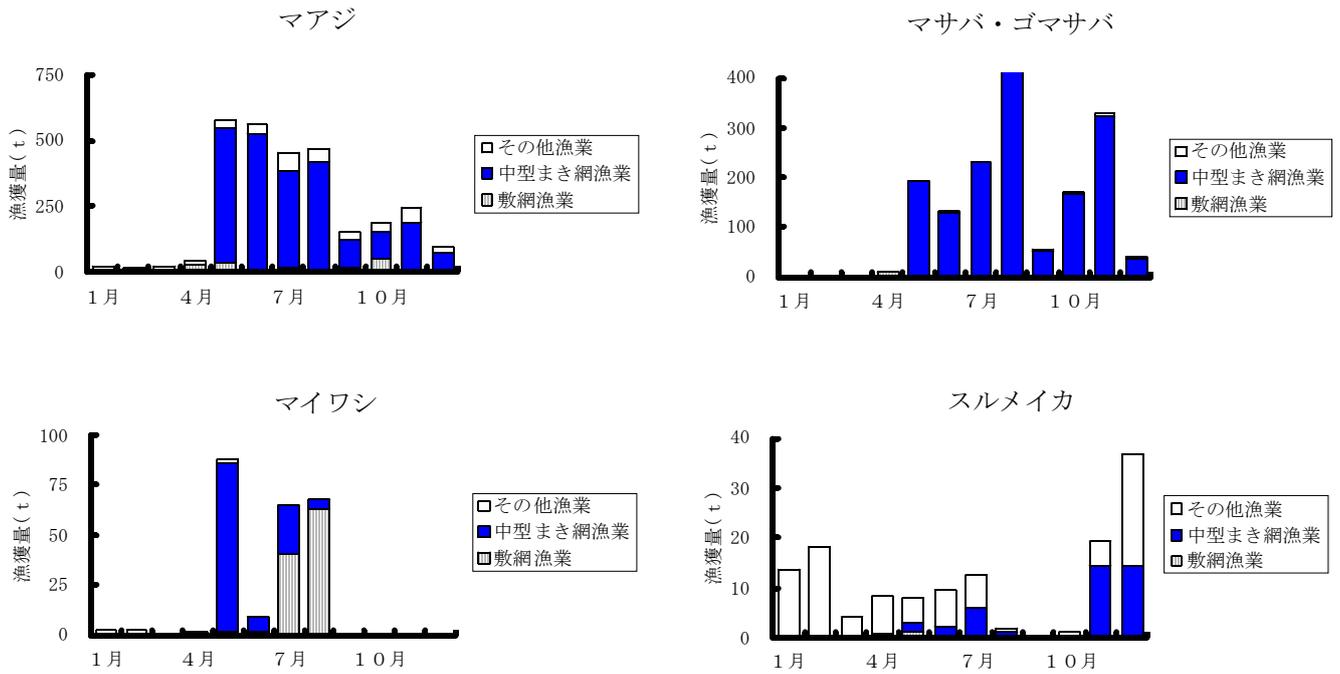


図1 TAC対象魚種の月別漁獲量推移

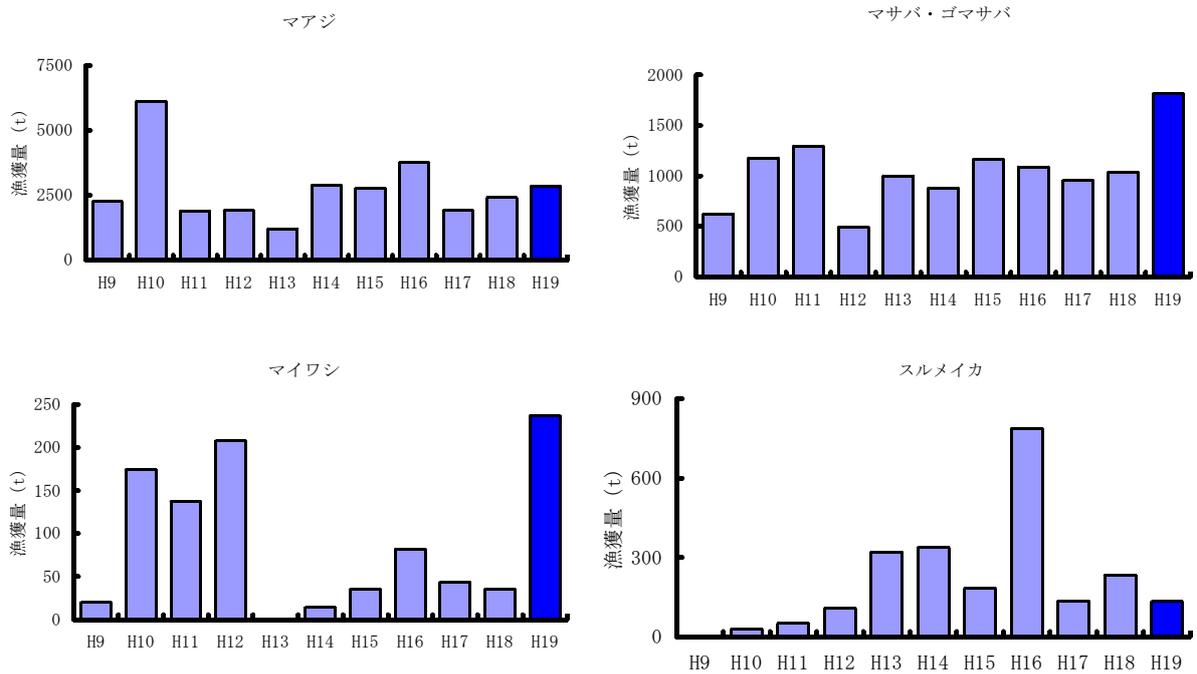


図2 TAC対象種の年別漁獲量推移

資源管理体制強化実施推進事業

(1) 漁況予測

上田 拓

筑前海におけるアジ、サバ、イワシ類といった重要浮魚類の漁況を整理、解析し、漁業者が先を見据えた計画的な操業を行うために必要となる漁況予測に関する情報を提供する事を目的として、本調査を実施している。

方 法

1. 漁獲実態調査

筑前海における重要浮魚（マアジ、マサバ、マイワシ、ウルメイワシ、ケンサキイカ）の漁況を把握するため、代表漁港のあじさばいわし中型まき網（以下中まき網）といかつり漁業（たる流し、集魚灯利用いか釣り）の仕切り書データを集計し、漁獲量の推移を検討した。あわせて、過去5カ年の漁獲量を最少二乗法により一次線形回帰させた傾きを求め、漁獲の増減傾向（線形トレンド）を把握した。

中まき網については操業期間が5～12月なので各年の集計期間は5～12月とした。ケンサキイカについては、寿命が1年で、かつ当海域では春、夏、秋生まれの三群がいると言われているので、各年の集計期間は1月～12月とし、春、夏、秋生まれ群が主に漁獲される期間を1～4月、5～8月、9～12月と見なして集計を行った。

2. マアジ漁況予測

筑前海区でアジサバイワシ類を主に漁獲している漁業種は中まき網であり、その操業期間は5～12月である。

近年では漁獲金額に占めるマアジの割合が高いため、マアジについて、操業開始前の4月、漁期中の8月までに得られる情報を用いて、それぞれ5～8月、9～12月漁獲量について、予測が可能か否かを、平成2～平成18年の代表漁港中まき網の漁獲量、漁業情報サービスセンター（以下JAFIC）から提供を受けた月別主要魚市場別水揚げ量並びに、JAFIC作成インターネットホームページ「おさかなひろば」から検索した主要魚市場別水揚げ量、本センターが行っている定期海洋観測st. 4（図1）の50m水深の水温データを用いて検討を行った。

結果及び考察

1. 漁獲実態調査

代表漁港における漁獲量及び線形トレンドの推移をアジ、サバ、イワシ類については図2に、ケンサキイカについては図3に示した。

平成19年のマアジ漁獲量は1,402tで、前年比121%、平年比103%であった。漁獲動向は減少傾向である。

マサバの漁獲量は959tで、不漁であった前年比173%、平年比183%と平成8年以降で最高の好漁であった。本年の漁獲傾向はわずかであるがプラスに転じた。

ウルメワシの漁獲量は105tで前年比42%、平年比69%と不漁であり、漁獲傾向はマイナスに転じた。

マイワシの漁獲量は49tで前年比198%、平年比275%と前年、平年は大きく上回ったが、依然として漁獲量は低水準である。

ケンサキイカは、100tで、前年比93%、平年比88%とほぼ前年、平年並みであった。漁獲傾向は1～4月、5～8月については減少傾向、9～12月についてはわずかに増加傾向であった。



図1 定期海洋観測調査点

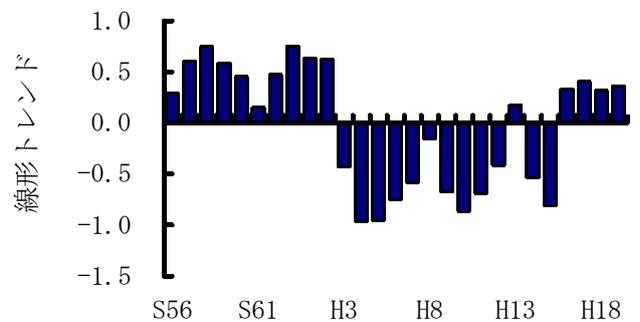
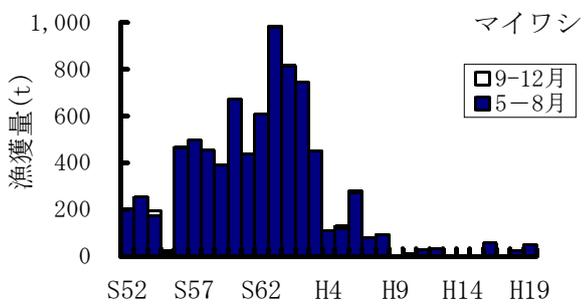
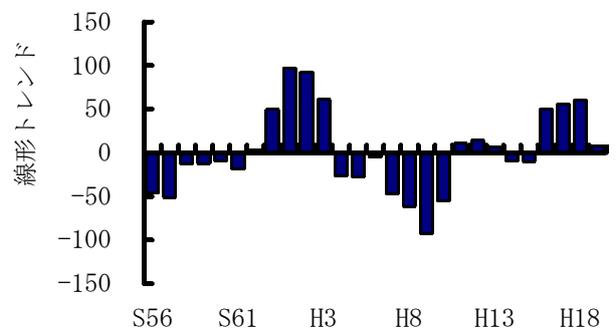
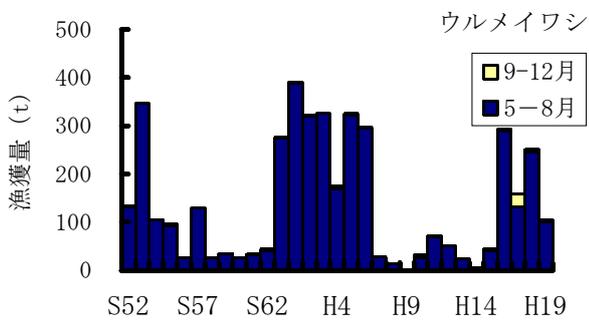
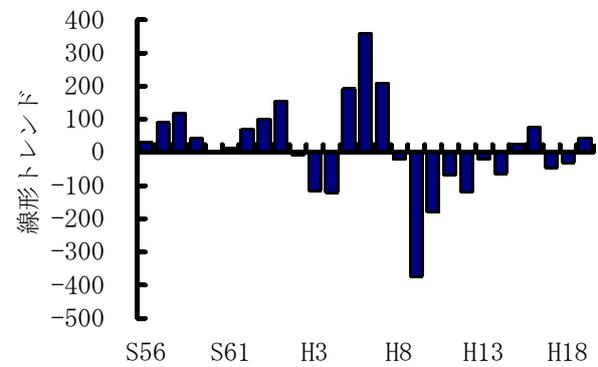
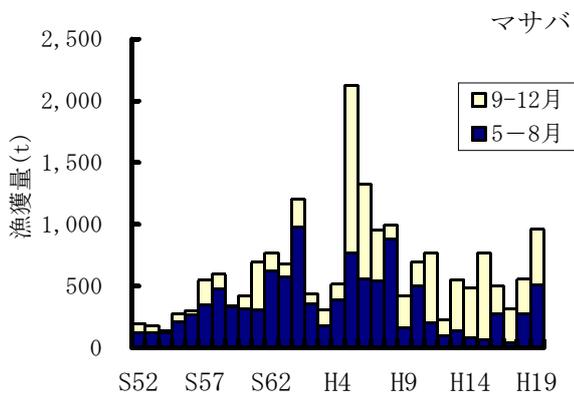
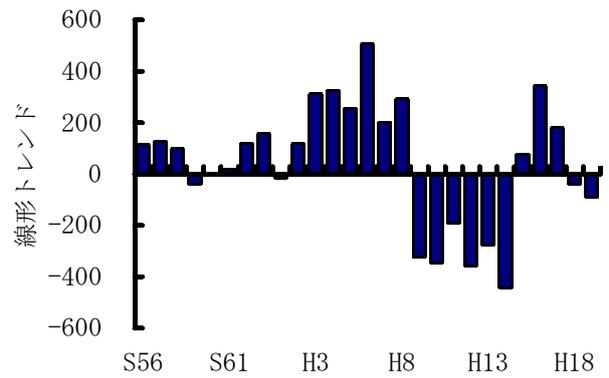
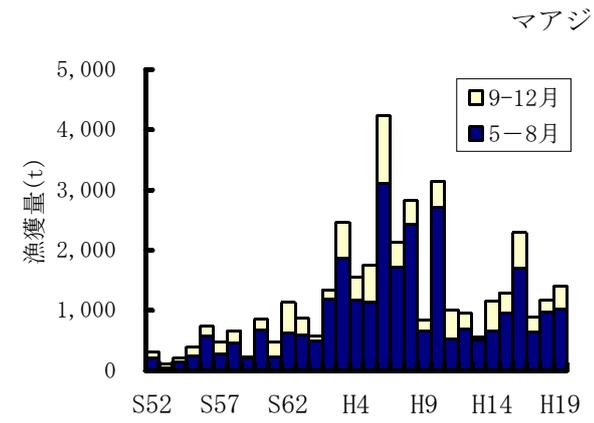


図2 アジ、サバ、イワシ類漁獲量及び線形トレンドの推移

2. マアジ漁況予測

1) 漁期前予測

代表漁港中まき網の5～8月漁獲量を目的変数とし、操業前あるいは、操業開始の5月1日直後に得られるデータを説明変数とし、総当たり法により重回帰分析を行い、自由度調整済み重相関係数の二乗が最大となる変数を選択した。その結果、長崎魚市場1～4月水揚げ量(単位はトン)、松浦魚市場1～4月水揚げ量(単位はトン)とST.4の50m水深の3月水温(単位は℃)が選択された。各変数間に多重共線性は生じなかった。自由度調整済み重相関係数の二乗(R^2)は0.35であり、分散分析の結果、有意Fは0.03で、5%水準で有意であった。

代表漁港中まき網5～8月の漁獲量をY、長崎魚市場1～4月漁獲量をX1、松浦魚市場1～4月漁獲量をX2、ST.4.50m水深3月温度をX3とすると以下の式1が得られた。

$$(式1) \quad Y=0.07*X1-0.13*X2-222*X3+2819$$

この式から得られる予測値と、実測値の推移を図4に示した。平成19年5～8月の代表漁港マアジ漁獲量の予

測値は669トン、実測値は1022トンであった。

2) 漁期中予測

代表漁港中まき網の9～12月の漁獲量を目的変数とし、8月までに得られるデータを説明変数として、総当たり法により重回帰分析を行った。その結果自由度調整済み重相関係数の二乗が最大となる変数を選択した結果、中型まき網5～8月漁獲量と、ST.4の50m水深の4月、8月水温(単位は℃)が選択された。各変数間に多重共線性は生じなかった。自由度調整済み重相関係数の二乗(R^2)は0.42であり、分散分析の結果、有意Fは0.017で、5%水準で有意であった。

代表漁港中まき網9～12月漁獲量をY、中まき5～8月漁獲量をX1、ST.4.50m水深4月温度をX2、8月水温をX3とすると以下の式2が得られた。

$$(式2) \quad Y=0.165*X1-130.20*X2+26.58*X3+1668.79$$

この式から得られる予測値と、実測値の推移を図5に示した。平成18年5～8月の代表漁港マアジ漁獲量の予測値は272t、実測値は380トンであった。

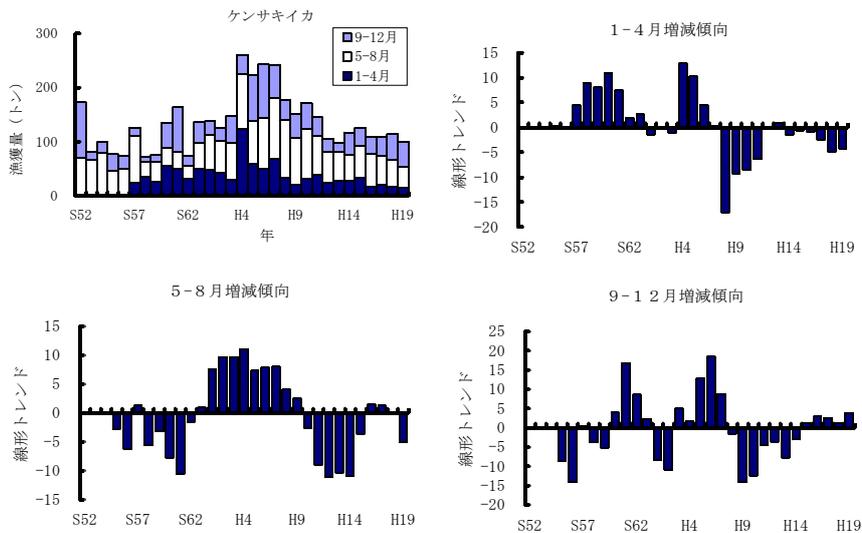


図3 ケンサキイカ漁獲量及び線形トレンドの推移

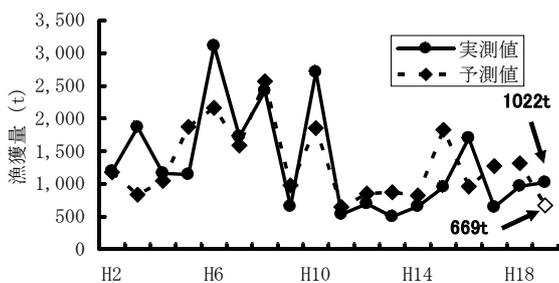


図4 代表漁港中まき5～8月マアジ漁獲量の実測値と予測値

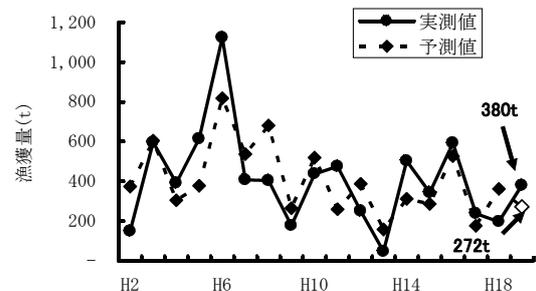


図5 代表漁港中まき9～12月マアジ漁獲量の実測値と予測値

資源管理体制強化実施推進事業

(2) 浅海定線調査

惠崎 撰・内田 秀和

この調査は、昭和47年度から国庫補助事業として行われてきた漁海況予報事業を引き継いで、平成9年度から実施しており、筑前海の海洋環境を把握し、富栄養化現象や赤潮予察等の漁場保全に役立てるための基礎的資料を得ることを目的として、海況および水質調査を実施している。

方 法

平成19年4月から平成20年3月までの間、計7回の調査を行った。

調査項目は、気象、海象、水温、塩分、DO、COD、栄養塩類(DIN, DIP)、プランクトン沈澱量を測定した。

調査は、原則として図1に示した13点で、福岡県調査取締船「つくし」によって採水、観測を行った。ただし、時化等により欠測となった調査点については、当該調査点を除き解析を行った。

調査水深は0m、5m、20m、底層で、水深の浅いStn. 2、9、10、12、13については20m層を除いた。

結 果

Stn. 1～13の全層平均値と過去7年間の平均値を平年率を用いて比較し、本年度の筑前海の海況を求めた。

1. 水温

水温は13.2℃(2月)～24.7℃(8月)の範囲であった。4月、5月は著しく高め、6月はやや高め、7月は平年並、8月はかなり低め、10月は平年並み、1月はやや低め、2月、3月は平年並で推移した。

2. 塩分

塩分は33.71(8月)～34.61(2月)の範囲であった。4月は平年並み、5月はやや高め、6月はかなり高め、7月、8月はやや高め、10月は著しく高め、1月はかなり低め、2月は著しく高め、3月はやや高めで推移した。

3. DO

DOは7.16mg/l(10月)～8.89mg/l(2月)の範囲であった。4月はかなり高め、5月は著しく高め、6月はかなり高め、7月～10月は著しく高め、1月はかなり高め、2月は平年並み、3月はやや高めで推移した。

4. COD

CODは0.41mg/l(4月)～0.92mg/l(8月)の範囲であった。4月～5月は平年並み、6月はかなり高め、7月は平年並、8月はかなり高め、10月、1月は平年並み、2月はやや高め、3月はかなり高めで推移した。

5. DIN

DINは0.46μmol/l(8月)～6.50μmol/l(1月)の範囲であった。4月は著しく高め、5月は平年並み、6月はかなり高め、7月はやや高め、8月はやや低め、10月は平年並、1月は著しく高め、2月はかなり低め、3月はかなり高めで推移した。

6. DIP

DIPは0.01μmol/l(6月)～0.54μmol/l(3月)の範囲であった。4月はかなり低め、5月はやや低め、6月は著しく低め、7月は平年並、8月、10月、1月はやや低め、2月はかなり低め、3月は著しく高めで推移した。

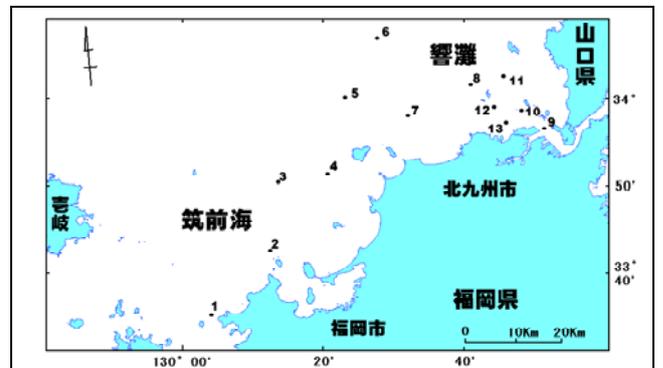


図1 水質調査定點

7. 透明度

透明度は8.48m（1月）～15.66m（3月）の範囲であった。4月は平年並、5月はやや高め、6月はかなり高め、7月は平年並み、8月、10月はやや高め、1月は著しく低め、2月は平年並、3月は著しく高めで推移した。

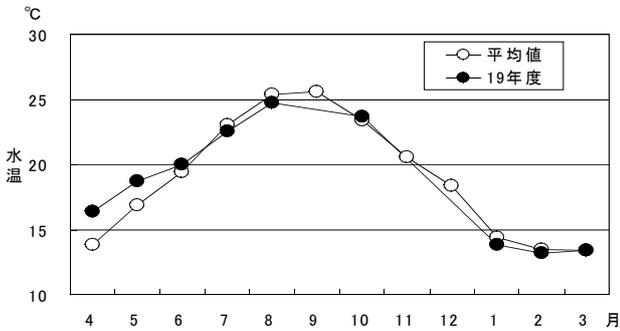


図2 水温平均値の推移

8. プランクトン沈澱量

プランクトン沈澱量は8.2ml/m³（10月）～60.6ml/m³（4月）の範囲であった。4月は著しく高め、5月はやや低め、6月はやや高め、7月はかなり高め、8月はやや低め、10月、1月、2月は平年並み、3月はやや高めで推移した。

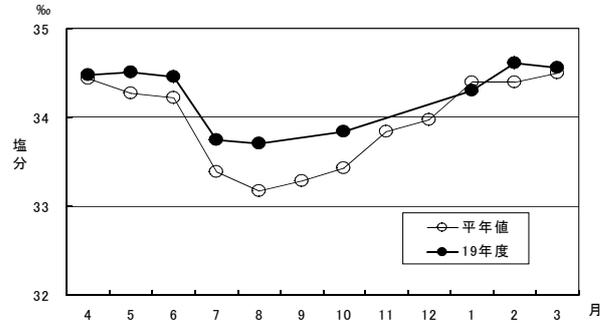


図3 塩分平均値の推移

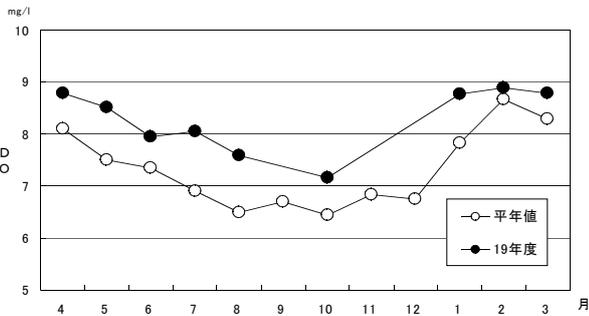


図4 DO平均値の推移

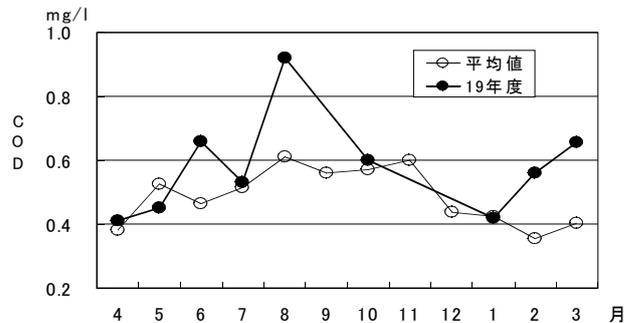


図5 COD平均値の推移

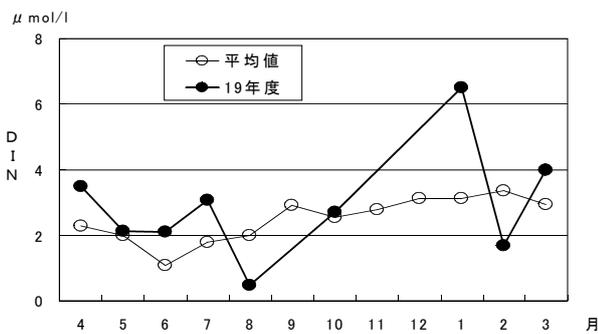


図6 DIN平均値の推移

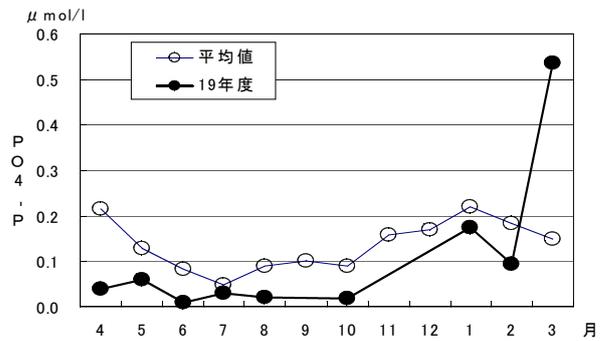


図7 DIP平均値の推移

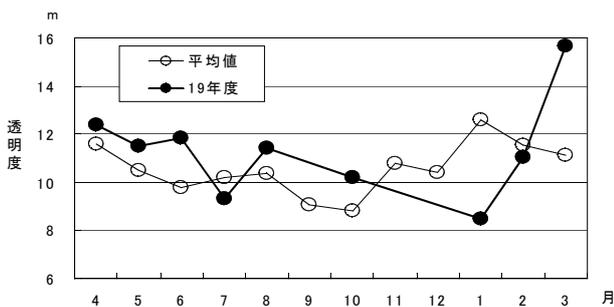


図8 透明度平均値の推移

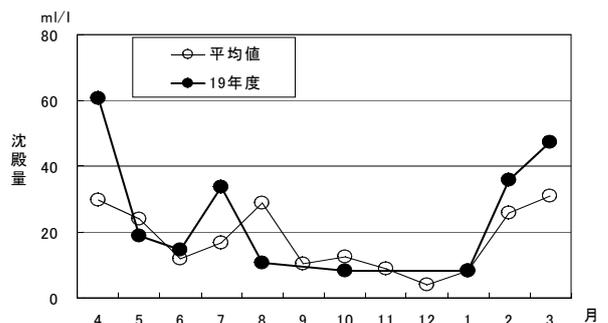


図9 プランクトン沈澱量平均値の推移