

資源増大技術開発事業

(1) トラフグ

的場 達人・佐野 二郎

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、市場では、「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。その背景には、関係県による種苗放流などの努力があるが、放流地域別の効果は明らかになっていない。

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

方 法

1. 健全種苗の大量放流

本年度から国の補助が地元負担 1/4 の資源回復促進型事業に移行し、放流規模が7 cmサイズ10万尾と拡大した。そのうち6万尾を従来からの海面中間育成方式で生産し、4万尾を民間種苗生産会社から購入する形とした。

民間種苗（A群）は7 cmまで屋内水槽で飼育したもの且つ尾鰭欠損が軽微であることを条件に長崎県西彼杵郡高島町にある高島町種苗センターから購入した。孵化直前卵の段階で ALC 耳石染色（10ppm、24時間）を施し、放流直前の7月7～10日に右鰭カットを実施した。右鰭カット作業は6～7人約15時間程度で実施し、右胸鰭の根元からハサミで全カットした。鰭カット後のへい死はなかった。放流は7月12日にトラック2台（15トン、7.5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。

海面中間育成種苗（B群）は栽培公社で生産された全長43mmの種苗を鐘崎漁港内で80mmまで中間育成した。卵の購入はバイオ愛媛からとし、公社では50トン水槽2基（水量40トン）で、中間育成は5×5×4 mの生簀16面で7月15日～8月14日の31日間実施した。B群は外部標識のみ8月10日に右胸鰭全カットを1万2千尾に実施し、8月14日にふぐ延縄船4隻で福岡湾口部まで輸送し放流した。

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、天然魚の全長・体長関係式を用いて、供試魚の測定体長から標準全長を推定し、標準の尾鰭長を求める。それから実測した尾鰭長を除した値を尾鰭欠損率とした。鼻孔隔皮欠損率は左右どちらかでも鼻孔が隔皮している個体の割合とした。

2. 幼魚期の放流効果調査

～12月に福岡湾内で操業するB漁協の小型底びき網船13隻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。この調査から求めた幼魚期の混獲率を湾内の小型底びき網の操業隻数で引き延ばし、幼魚回収率を推定をした。

3. 若齢期以降の放流効果調査

ふぐ延縄漁業による漁獲実態を知るために、福岡県的主要漁協である鐘崎漁協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買い上げ、耳石を調べて放流群を識別した。更に漁業者2名（漁場別に大島沖と山口沖）に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とった。また、標準船1隻については右鰭カットのチェックを3年間継続実施しており、本年は漁期を通じての右鰭カット魚の購入を依頼した。

結果及び考察

1. 健全種苗の大量放流

群別の放流結果は以下のとおりである。（表1、図1）（A群）は 孵化直前卵の段階で ALC 耳石染色を施し、7月7～10日に右鰭全カットした68mmの種苗42,000尾を7月12日に福岡湾口部に放流した。放流時の尾鰭欠損率41%、鼻孔隔皮欠損率27%と低く、B群と比較して健全性が高いと考えられた。（表2、3）

（B群）は栽培公社で生産された43mmの種苗96,600尾を7月15日から31日間鐘崎漁港内で中間育成を実施したものである。海面生簀への収容は1面6,000尾とし、余剰分の25,800尾（F群）を釣川河口域に放流した。7月10日に右鰭カットした12,000尾を8月14日に福岡湾口海域に放流した。中間育成開始時から尾鰭欠損率が67%と高く、期間中も高水温等の影響から生残率32%という低歩

留であった。放流時の尾鰭欠損率51%，鼻孔隔皮欠損率95%と高く，A群と比較して健全性が低いと考えられた。

C群は鐘崎で中間育成した無標識の種苗，D，E群はA群と同じ群を継続して陸上育成した種苗とし，E群は8月2日から10日間姫島漁港で中間育成後放流した。

残された問題点としては，本県のトラフグ種苗放流は，海面中間育成方式を主体に実施してきたが，長崎県等の養殖生産県においては，7cmサイズまで陸上水槽で育成した高活力の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。それに対して本県では約1月半海面中間育成しているが，期間中の生残率が3～5割と低く，尾鰭欠損率，鼻孔隔皮欠損率も高く，種苗の健全性は低

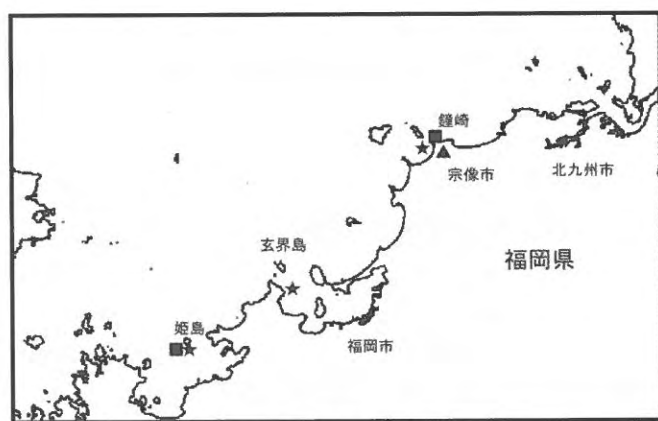
いと考えられる。それでも本県方式では，全長8～9cm（尾鰭欠損から考えるとさらに大型）で放流できるというメリットがある。そこで両手法での回収率を推定するために，尾鰭欠損が軽微な民間種苗（7cm）をH14年に4,000尾，H16年に42,000尾を放流している。今後はこれらの種苗の回収率を調査することにより，両種苗の健全性（回収率），経費，労力の観点から両手法を比較検討していく必要がある。

ただ，民間種苗の場合，耳石異常の割合が高いことが多く，本年の民間種苗も耳石異常率が67%と高いため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みられず，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。

表1 平成16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	ALC 染色 標 識	胸 鰭 カッター	備考
A群	7月13日	福岡湾内	42,000	68mm	民間	直接放流	無	孵化直前	○	
B群	8月15日	福岡湾内	12,000	80mm	栽培漁業公社	31日	延縄出漁者協議会		○	
C群	8月15日	福岡湾内	18,000	80mm	〃	31日	〃			
	8月21日	鐘崎釣川口	10,000	80mm	〃	37日	〃			
D群	8月4日	福岡湾内	2,000	91mm	民間	直接放流	無	孵化直前		※別事業
E群	8月12日	唐津湾内	6,000	85mm	民間	10日	姫島漁協	孵化直前		※別事業
F群	7月15日	鐘崎釣川口	25,800	43mm	栽培漁業公社	直接放流	無			
合 計			115,800							

※日韓沿岸水産交流事業



★：放流場所 ■：中間育成 ▲：栽培公社

図1 事業実施場所

表2 16年度生産種苗の尾鰭欠損率

	全 長 (mm)	体 長 (mm)	尾鰭長 (mm)	尾 鰭 欠損率
公社出荷時 (F群)	43	39	4.300	67.1%
A群	68	58	9.800	40.7%
B, C群	80	71	9.200	51.1%
D群	100	85	14.700	58.2%
E群	91	74	16.600	14.3%

表3 放流群の鼻孔隔皮欠損割合

A群（福岡湾直接放流群）			B群（福岡湾中間育成群）		
欠損部位	尾数	割合	欠損部位	尾数	割合
両方	9	9%	両方	97	73%
片方	18	19%	片方	29	31%
小計	27	28%	小計	126	95%
欠損無し	68	72%	欠損無し	7	5%
計	95	100%	計	133	100%
D群（日韓共同放流種苗）			E群（唐津湾中間育成群）		
欠損部位	尾数	割合	欠損部位	尾数	割合
両方	8	6%	両方	5	5%
片方	13	14%	片方	5	5%
小計	21	64%	小計	10	28%
欠損無し	15	45%	欠損無し	23	64%
計	36	100%	計	33	100%

(2) 幼魚期の放流効果調査

期間中、B漁協13隻に853尾のトラフグ幼魚が混獲され、そのうち放流魚は320尾、うちA群が213尾、B群が36尾であった。(表4-a)福岡湾内で操業する小型底びき網漁船数と混獲率から放流年内における福岡湾内での回収率(放流尾数に対する混獲尾数の割合)を推定した(表4-c)。放流魚の混獲率は38%となり、各群の回収率はA群3.1%に対してB群は1.9%と低く、B群は放流

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	種苗由来	放流尾数	9月	10月	11月	12月	計
A群	民間直接	42,000	0	15	120	78	213
B群	中間育成	12,000	0	3	7	26	36
C群	中間育成無標識	18,000	1	0	24	8	33
D, E群	日韓・姫島	8,000	0	3	13	22	38
放流魚小計		80,000	1	21	164	134	320
天然群			8	45	406	74	533
計		80,000	9	66	570	208	853

A支所13隻分の全漁獲尾数。

b) 放流魚の月別放流魚混獲率(福岡湾内)

(単位:%)

放流場所	種苗由来	9月	10月	11月	12月	計
A群	民間直接	0	23	21	38	25
B群	中間育成	0	5	1	13	4
C群	中間育成無標識	11	0	4	4	4
D, E群	日韓・姫島	0	5	2	11	5
放流魚小計		11	32	29	64	38
天然		89	68	71	36	63
計		100	100	100	100	100

c) 放流魚の月別回収率推定値(福岡湾内)

(単位:%)

放流場所	種苗由来	9月	10月	11月	12月	計
A群	民間直接	0.00	0.22	1.77	1.15	3.14
B群	中間育成	0.00	0.16	0.36	1.34	1.86
C群	中間育成無標識	0.03	0.00	0.83	0.28	1.14
D, E群	日韓・姫島	0.00	0.23	1.01	1.71	2.95
計		0.01	0.16	1.27	1.04	2.48

福岡湾内の小型底引網操業隻数をA支所の6.2倍とした。

表6 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
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%
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%
	B群	12,000	80	福岡湾口	1.9%

陸上育成

陸上育成

時に全長が12mm大型であったにもかかわらず0.6倍の回収率であった。月別にみると天然魚は11月に集中して混獲されたのに対して、放流魚は11~12月にかけて多く漁獲された。11月の平均体長は天然魚、A群、B群の順で1cmづつ大きく体重についても同様の傾向となった。A群の尾鰭欠損については、回収時においても軽微であった。(表5, 図2) また、福岡湾のトラフグ幼魚現存量の指標として11月のCPUEを比較したところ、前年の2.3倍となりH12年度並の量となった。(図3)

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と考えられた。



図2 年内回収魚(上1尾は天然, 下3尾はA群)

表5 年内回収魚の平均全長

	A群	B群	天然
平均体長(cm)	16.9±1.3	16.3±1.7	17.7±1.2
平均体重(g)	187±46	176±58	224±49

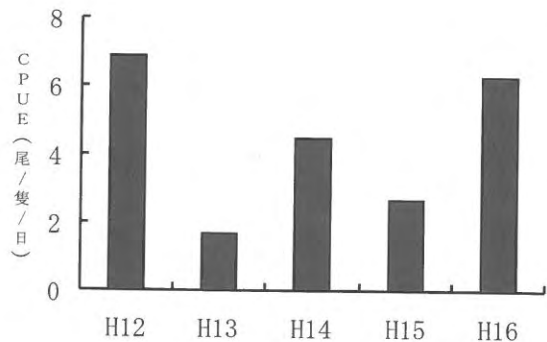


図3 福岡湾内小そこにおけるトラフグ CPUE

(3) 若齢期以降の放流効果把握

筑前海におけるふぐ延縄漁業によるトラフグ漁獲量は、最近5ヶ年40トン前後で推移していたが、H16年は57tとH9年並まで回復している(図4)。福岡県のトラフグ漁獲のほぼ9割をしめるA漁協の場合、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、A漁協では12～1月に本格的なふぐ延縄の操業が始まる。16年12月～17年3月の漁況については、A漁協の漁獲量では特に2、3月に落ち込み前年比78%となった(図5)。尾鰭異常魚の漁場別月別混獲率は、15～35%と前年を大きく上まわり、山口沖漁場の方が高い傾向にあった(表7)。

若齢期以降の放流効果調査は12～3月に月2～3回A漁港で実施し、計2,409尾の右鰭を調査した。そのうち67尾を胸鰭異常魚として購入、そのうち58尾から耳石標識が確認された。耳石標識から判断した結果、H13福岡放流群が1尾、H14福岡が5尾、H15福岡8尾、H14長崎18尾、H15長崎23尾、H13山口1尾であった(表8、10)。

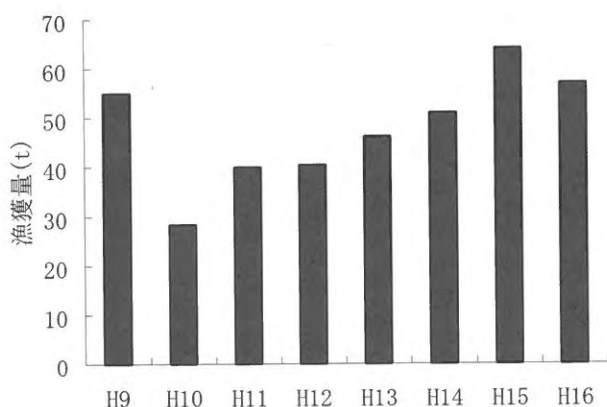


図4 筑前海におけるふぐ延縄によるトラフグ漁獲量の推移

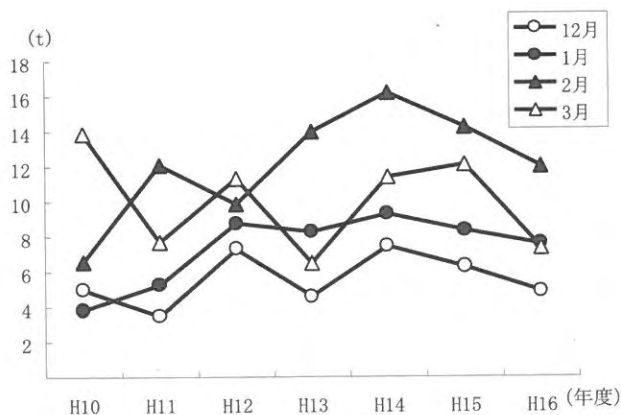


図5 A漁協におけるトラフグ月別漁獲量

どの個体も胸鰭の大部分が欠損しており、検出が容易な状況であった(図7)。福岡放流群については、H12群が半カット、H13群が漁業者による全カット及び湾外放流と標識放流方法としての不備があったと考えられたが、H14群は水産海洋技術センター職員による全カットを施しており、年内幼魚での回収率、標識の残存率も高い。しかし、栽培公社水槽及び海面生簀内での高密度収容により尾鰭欠損や鼻孔連結率も高く、種苗の健全性が高いとはいいがたい。H14群の福岡県船での回収状況はH15調査で計8尾、H16調査で5尾発見されている。また、H16福岡A群は全長68mmで7/12に直接放流、B群は80mmで8/15に中間育成放流を実施したが、湾内での幼魚での回収率では、全長の小さいにもかかわらずA群のほうが3.1%と約1.6倍も高い結果であった。これらのことからA群は健全性が高い種苗と考えられ、H17年度1歳以降での回収率が期待された。若齢期効果調査で測定した漁獲物の全長を、天然、放流(尾鰭変形魚)別に月別漁場別の全長組成として図8に示した。天然魚では12月に全長40、45、49cmにモードがみられたが、1月に入ると40cmをモードとした群よりも44～47cmをモードとする2～3歳群が漁獲の主体であった。1月にはいると28cm前後の当歳魚の加入がみられるようになり、前年と比較して1～2月早い時期での加入となった。尾鰭変形魚の割合は12～3月を通じて高く、年級も1～3歳以上

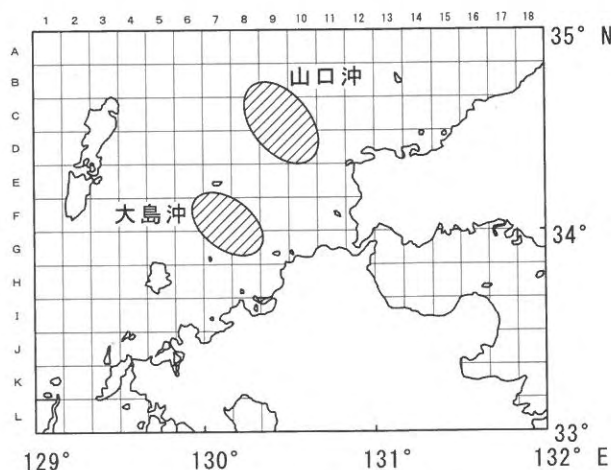


図6 ふぐ延縄の主要漁場

表7 漁場別放流魚混獲率

	12月	1月	2月	3月
大島沖	29% (7)	15% (4)	16% (8)	23% (23)
山口沖	—	29% (8)	35% (33)	25% (38)

※ () H15混獲率

とまんべんなく漁獲されていた。

若齢期以降の回収率推定における問題点を推定した。H12年放流群が1歳で5尾、2歳で16尾、3歳で7尾と3歳になっても順調に漁獲されている。しかし、右鰭半カット標識であったため標識の残存率が低く過小評価になる恐れがある。また、1歳魚での再捕数が少なく調査率も低いため、H14、15放流群での1歳での採捕結果により検証補完したい。1歳での再捕数が少ない原因として、幼魚段階で天然魚の成長と格差がみられること、また尾鰭欠損率や鼻孔隔皮割合が高いこと等から、種苗の健全性に問題があると考えられる。有明海に放流された

尾鰭欠損率や鼻孔隔皮割合が低い長崎県放流魚の方が玄界灘での混獲尾数が多いことからこのことが示唆される。1歳の放流魚は、例年2～3月頃に混獲のピークがみられるが、福岡県の1歳は成長が悪く漁期内での採捕が効率的にできてない可能性があるものと考えられた。

本年度は、通常海面中間育成放流と別に、陸上育成された長崎県と同一種苗4.2万尾を1月早い7月12日福岡湾で放流している。尾鰭欠損や鼻孔隔皮割合も低く、放流サイズが小型であるにもかかわらず福岡湾内幼魚での回収率も3.1%と海面育成魚の1.6倍と高く、17年以降漁獲サイズでの回収に期待される。

表8 A漁港での1歳以上の標識トラフグ調査結果概要

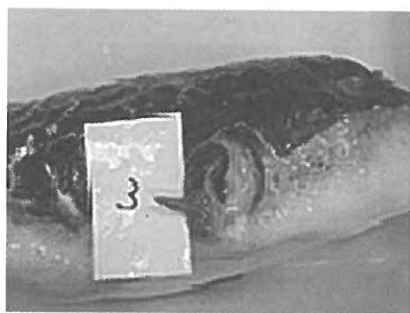
	平成16年度			平成15年度		
	調査尾数	胸鰭異常	耳石標識	調査尾数	胸鰭異常	耳石標識
12月	463	3	1	1043	3	0
1月	872	16	14	762	8	6
2月	308	15	13	1315	12	9
3月	766	33	30	1137	21	17
	2409	67	58	4257	44	32

表9 A漁港での1歳以上標本船調査結果

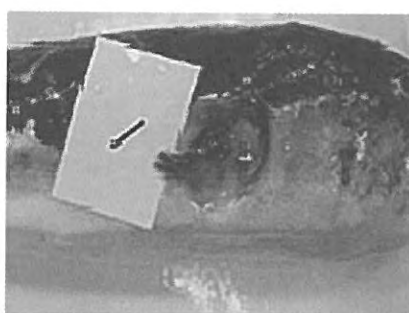
	調査尾数	胸鰭異常 魚尾数	耳石標識 魚尾数	尾鰭変形魚 混獲率
1月	204	4	4	26%
2月	213	1	1	17%
3月	282	4	4	20%
4月	32	1	1	25%
	731	10	10	21%

表10 若齢標識魚の県別年級別採捕尾数

調査期間	調査尾数	福 岡 県							長 崎 県							山 口 県						
		放流年 年齢	H12 4 歳	H13 3 歳	H14 3 歳	H15 1 歳	H16 0 歳	計	H12 4 歳	H13 3 歳	H14 3 歳	H15 1 歳	H16 0 歳	計	H12 4 歳	H13 3 歳	H14 3 歳	H15 1 歳	H16 0 歳	計		
平成16年12月	463						0				1		1							0		
平成17年 1 月	872				2	2	4			6	3		9							0		
平成17年 2 月	308					1	1			8	4		12							0		
平成17年 3 月	766			1	3	5	9			4	15	1	20		1					1		
	2409		0	1	5	8	14		0	0	18	23	1	42		0	1	0	0	1		



H15福岡県放流魚



H15長崎県放流魚

図7 若齢標識魚の右胸鰭と耳石

表11 耳石標識魚の概要

	調査日	全長 (mm)	体長 (mm)	体重 (g)	尾 鰭 欠損度	鼻孔 隔皮	耳石標識	放流群	年齢	雌雄	備考
NO.1	平成16年12月6日	415	360	1285	2	正常	ALC+TC+ALC	H15長崎	1+	♂	
NO.2	平成17年1月13日	432	390	1665	2	正常	ALC+TC3	H14長崎	2+	♂	標本船
NO.3	平成17年1月13日	436	385	1660	2	正常	ALC+TC3	H14長崎	2+	♀	標本船
NO.4	平成17年1月15日	384	331	976	2	正常	ALC+TC2	H15長崎	1+	♀	
NO.5	平成17年1月15日	437	383	1542	2	正常	ALC+TC3	H14長崎	2+	♀	
NO.6	平成17年1月15日	341	297	990	3	正常	TC	H15福岡	1+	♂	
NO.7	平成17年1月15日	422	363	1565	2	正常	ALC+TC2	H14長崎	2+	♂	
NO.8	平成17年1月15日	400	336	1547	2	正常	TC	H14福岡	2+	♂	
NO.9	平成17年1月23日	395	343	1188	2	正常	ALC+TC+ALC	H15長崎	1+	♂	標本船
NO.10	平成17年1月25日	403	354	1441	2	正常	ALC+TC	H14長崎	2+	♂	標本船
NO.11	平成17年1月26日	467	412	1745	2	正常	ALC+TC2	H14長崎	2+	♀	
NO.12	平成17年1月26日	401	340	1113	2	正常	ALC+TC	H15長崎	1+	♀	
NO.13	平成17年1月31日	352	300	786	3	正常	TC2	H15福岡	1+	♀	
NO.14	平成17年1月31日	404	330	1258	2	正常	ALC+TC	H15長崎	1+	♀	
NO.15	平成17年1月31日	436	362	2062	2	正常	TC2	H14福岡	2+	♂	
NO.16	平成17年2月7日	385	327	971	2	正常	ALC+TC	H15長崎	1+	♀	
NO.17	平成17年2月9日	415	356	1247	2	正常	ALC+TC3+ALC	H14長崎	2+	♂	
NO.18	平成17年2月9日	410	360	1288	2	正常	ALC+TC3	H14長崎	2+	♂	
NO.19	平成17年2月9日	405	344	1304	2	正常	ALC+TC2	H14長崎	2+	♂	
NO.20	平成17年2月9日	428	360	1716	2	正常	ALC+TC2	H15長崎	1+	♂	
NO.21	平成17年2月9日	375	317	1098	3	正常	ALC+TC+ALC	H15長崎	1+	♂	
NO.22	平成17年2月9日	410	346	1363	3	正常	ALC+TC3	H14長崎	2+	♀	
NO.23	平成17年2月9日	413	353	1186	3	異常	ALC+TC2	H15長崎	1+	♀	
NO.24	平成17年2月9日	398	345	1092	3	正常	ALC+TC3	H14長崎	2+	♀	
NO.25	平成17年2月9日	430	382	1520	3	正常	ALC+TC2	H14長崎	2+	♀	
NO.26	平成17年2月28日	347	296	866	4	異常	TC2	H15福岡	1+	♀	
NO.27	平成17年2月21日	383	322	1094	2	正常	ALC+TC2	H14長崎	2+	♂	標本船
NO.28	平成17年2月28日	448	372	1884	1	正常	ALC+TC	H14長崎	2+	♂	
NO.29	平成17年2月28日	427	374	1759	2	正常	ALC+TC2	H14長崎	2+	♂	
NO.30	平成17年3月4日	384	326	1280	1	正常	ALC+TC+ALC	H15長崎	1+	♂	
NO.31	平成17年3月4日	421	357	1744	1	正常	ALC	H14福岡	2+	♂	
NO.32	平成17年3月4日	382	338	1249	2	正常	ALC+TC2	H15長崎	1+	♂	標本船
NO.33	平成17年3月4日	337	293	911	3	異常	TC2	H15福岡	1+	♀	
NO.34	平成17年3月4日	276	240	420	2	正常	ALC	H16長崎	0+	♀	
NO.35	平成17年3月4日	391	332	1065	2	正常	ALC+TC2	H15長崎	1+	♂	
NO.36	平成17年3月4日	431	369	1642	1	正常	ALC+TC	H14長崎	2+	♀	
NO.37	平成17年3月4日	374	323	870	2	正常	ALC+TC	H15長崎	1+	♂	
NO.38	平成17年3月4日	403	350	1360	2	正常	ALC+TC	H15長崎	1+	♂	
NO.39	平成17年3月11日	380	330	1278	2	異常	TC2	H15福岡	1+	♀	
NO.40	平成17年3月11日	352	308	878	2	正常	ALC+TC2	H15長崎	1+	♀	
NO.41	平成17年3月11日	419	358	1498	2	異常	ALC+TC	H14長崎	2+	♂	
NO.42	平成17年3月11日	371	313	1137	1	正常	ALC+TC	H15長崎	1+	♂	
NO.43	平成17年3月11日	406	347	1284	2	正常	ALC+TC2	H15長崎	1+	♀	
NO.44	平成17年3月11日	360	304	1054	4	異常	TC	H15福岡	1+	♀	
NO.45	平成17年3月11日	431	373	2321	1	正常	ALC2	H13山口	3+	♂	TL5cm
NO.46	平成17年3月11日	435	324	1684	2	正常	ALC+TC+ALC	H15長崎	1+	♀	
NO.47	平成17年3月11日	442	381	1532	2	正常	ALC+TC2	H14長崎	2+	♀	
NO.48	平成17年3月11日	372	323	897	2	異常	ALC+TC2	H14長崎	2+	♂	
NO.49	平成17年3月11日	403	347	1104	1	正常	ALC+TC+ALC	H15長崎	1+	♀	標本船
NO.50	平成17年3月11日	350	295	806	2	異常	TC	H15福岡	1+	♀	標本船
NO.51	平成17年3月11日	447	396	1938	1	異常	TC	H13福岡	3+	♂	
NO.52	平成17年3月11日	315	277	782	4	異常	TC2	H15福岡	1+	♀	
NO.53	平成17年3月28日	403	349	1313	1	異常	TC2	H14福岡	2+	♂	標本船
NO.54	平成17年3月28日	405	348	1206	2	異常	ALC+TC2	H15長崎	1+	♂	
NO.55	平成17年3月28日	396	343	1363	1	異常	ALC+TC	H15長崎	1+	♀	
NO.56	平成17年3月28日	333	282	975	2	異常	TC2	H14福岡	2+	♀	
NO.57	平成17年3月28日	387	333	1157	2	異常	ALC+TC2	H15長崎	1+	♂	
NO.58	平成17年3月28日	387	328	1165	2	異常	ALC+TC+ALC	H15長崎	1+	♂	
NO.59	平成17年3月28日	381	322	1062	2	正常	ALC+TC2	H15長崎	1+	♀	
NO.60	平成17年4月2日	411	359	1625	2	正常	ALC+TC3	H14長崎	2+	♀	標本船

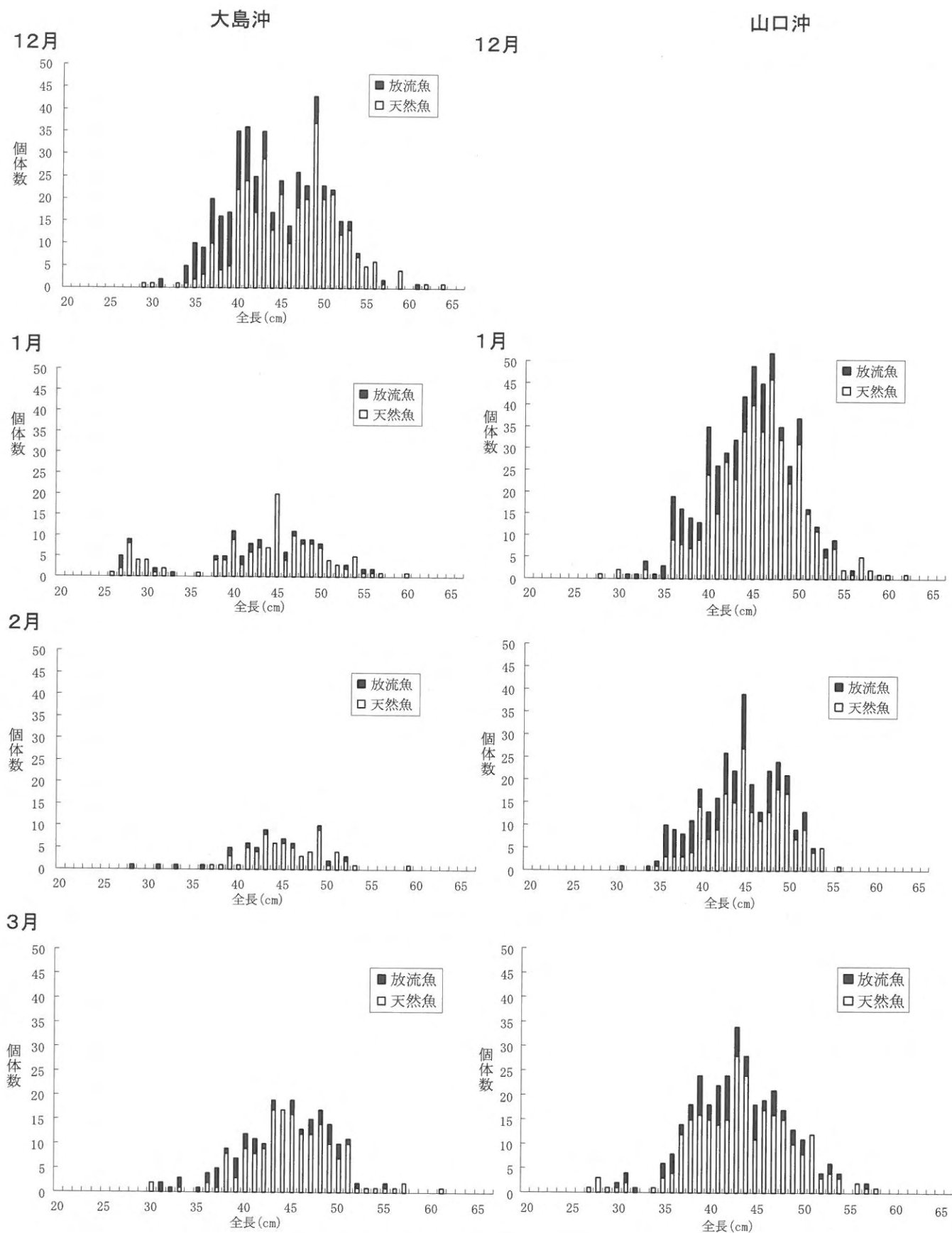


図8 延縄漁獲物調査で測定したトラフグ全長組成

資源増大技術開発事業

(2) クロアワビ

秋本 恒基・深川 敦平・後川 龍男・池内 仁

アワビの陸上中間育成技術の高度化を行うことでより健全な大型種苗をより効率的に生産し、栽培漁業公社での収益性を向上させるとともに、新たな手法で生産された健康なクロアワビ放流種苗の放流手法の開発及び放流効果の確認から本県アワビ栽培漁業の再構築を図る。

材料と方法

(1) 放流追跡調査（姫島：ガラモ域）

調査位置を図1に示した。クロアワビ放流種苗はスキューバ潜水で図2の転石漁場（水深4m程度）に放流した。

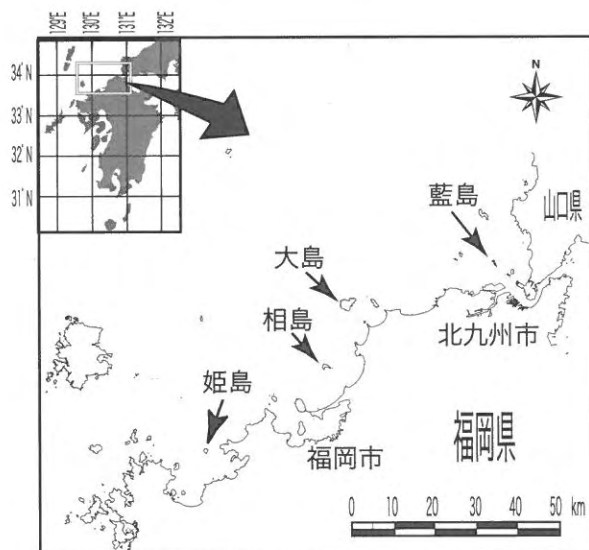


図1 調査対象漁協の位置図

標識放流経過を表1に示した。追跡調査は、平成16年6月1日、8月2日及び8月13日にランダムサンプリングし計測後、殻長10cm未満の個体は再放流した。

(2) 放流追跡調査（相島：漁港内放流）

平成13年6月27日に図3に示す漁港内に、平均殻長 39.4 ± 2.6 mmに黄色ビーズ標識したクロアワビを7,243個体放流した。追跡調査を平成14年3月20日（放流後266日）、10月22日（放流後482日）及び平成15年6月9日（放流後712日）、平成16年10月18日（放流後1209日）に



図2 姫島放流点

表1 姫島における標識放流実績（クロアワビ）

放流月	12 月	2 月	3 月
30mm放流	灰アトキンス（サザエ瀬） (32.8mm, N=500, H12年)	白ビーズ（サザエ瀬） (27.7mm, N=1096, H14年)	緑アトキンス（サザエ瀬） (31.9mm, N=2,011, H13年)
40mm放流	—	—	赤アトキンス（サザエ瀬） (39.4mm, N=1,025, H13年)
放流月	4 月	5 月	6 月
30mm放流	水色ビーズ（サザエ瀬） (30.2mm, N=1,100, H14年) 赤ビーズ（西漁場） (32.1mm, N=12,649, H13年)	—	—
40mm放流	赤ビーズ（サザエ瀬） (46.4mm, N=750, H14年) 黄ビーズ（西漁場） (36.7mm, N=5,000, H13年)	紫ビーズ（サザエ瀬） (37.1mm, N=1,000, H13年)	黒ビーズ（サザエ瀬） (38.0mm, N=782, H14年)

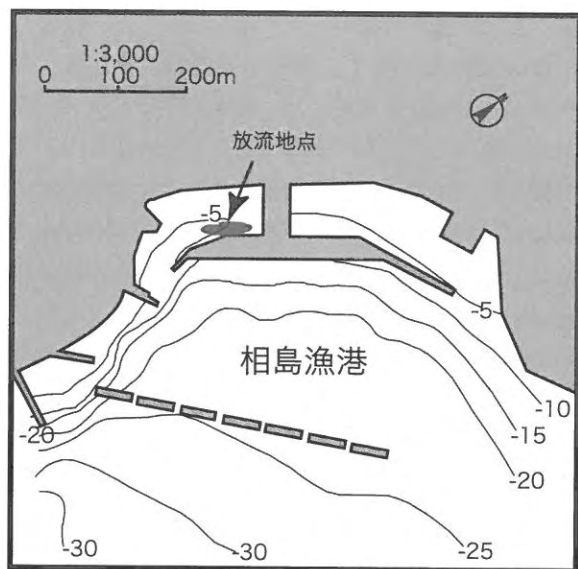


図3 標識放流地点(相島漁港)

スキューバ潜水により採取し、測定後に再放流した。平成16年12月21日（放流後1273日）に海士漁業者8名により漁獲した。漁獲対象の標識アワビは殻長及び標識の脱落率を計測後に市場出荷し、殻長10cm以下のアワビは再放流した。

(3) 放流サイズ別初期生残試験（大島）

放流サイズ別の初期生残率を把握するために平成16年4月26日に図4に示す試験漁場を2試験区造成し放流した。試験区は5×5mの範囲に鉛ロープを敷設し、その中に人頭台の石を1～2段になるように水深4mと5m付近の2試験区である。試験区外への移動を防止するために縁辺部の転石を極力取り除いた。放流種苗は30mm種苗（平均殻長 35.6 ± 1.4 mm）と40mm種苗（平均殻長 46.4 ± 2.0 mm）の2種類として両試験区に各サイズそれぞれ

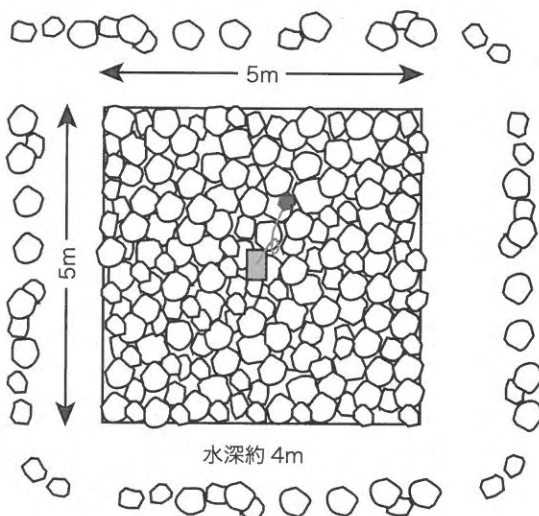
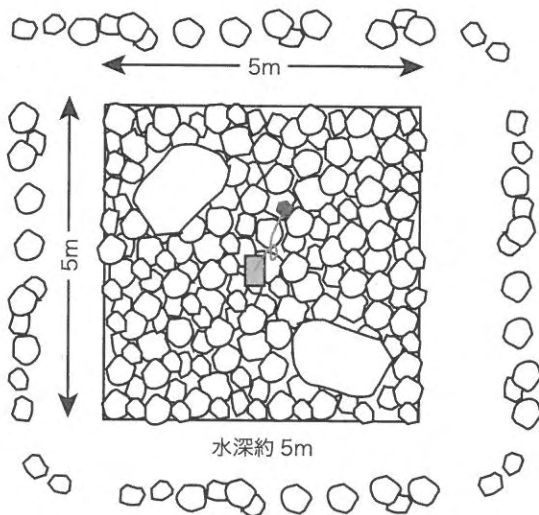
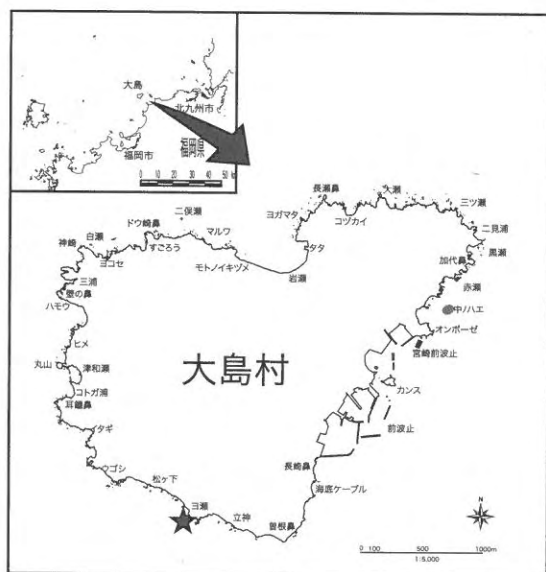


図4 サイズ別初期生残試験区（大島ヨ瀬）

150個体の合計300個体を、各試験区にスキューバ潜水により分散して放流した。30mm種苗には青色ビーズの外部標識を施して40mm種苗と判別できるようにした。放流42日後の6月10日にスキューバ潜水により試験区内の放流種苗を取り上げ生残数を計測した。試験区内外の斃死殻も併せて採取した。

(4) 健全クロアワビ種苗の漁獲状況

宗像漁協大島支所及び藍島漁協の漁獲物調査及び漁獲日報から健全なクロアワビ種苗の放流効果を過去の漁獲物調査結果と比較した。大島での推定資源量は漁獲日報から DeLury の方法により初期資源量を推定した。大島におけるアワビの漁獲割合は漁獲物調査から得られた殻長組成データから総漁獲個体数を推定し全漁獲量に対する割合を算出した。藍島漁協におけるアワビの混獲率は漁獲物調査時の割合で示した。

結果と考察

(1) 放流追跡調査（姫島：ガラモ域）

姫島における放流サイズ別の成長比較（平成13年3月放流）を図5に示した。放流14ヵ月後の調査では40mm放流群は平均殻長 $75.0 \pm 5.2\text{mm}$ （日間成長 $82.0 \mu\text{m}/\text{日}$ ）、30mm放流群は平均殻長は $73.7 \pm 3.3\text{mm}$ （日間成長 $96.2 \mu\text{m}/\text{日}$ ）に成長した。放流時殻長の差は成長に伴い個体差による成長のバラツキ等により漁獲前までに群としての成長差はみられなくなった。成長面から判断すると30mm種苗と比較して40mm種苗のメリットは認められなかった。放流時期別の成長を図6に示した。放流月による成長差は顕著ではないが、害敵種の活動が活発化する3月下旬以前の風の日であれば早期の放流も問題ないものと推察される。

(2) 放流追跡調査（相島：漁港内放流）

相島での漁港内放流による標識放流アワビの成長を図

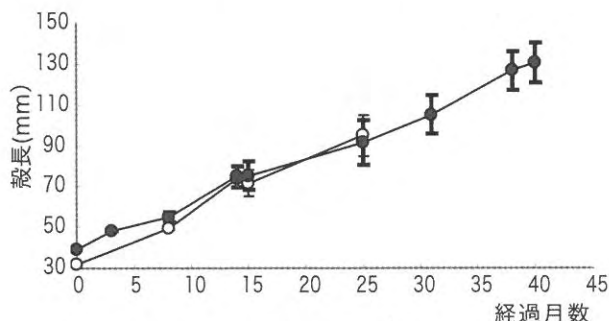


図5 姫島における放流サイズ別の成長比較

7に示した。放流後2年8ヵ月後の調査で平均殻長 $92.4 \pm 8.1\text{mm}$ に成長していた。マダコの蛸集がみられたので漁業者による回収を提案した。平成16年12月21日に時化のため主漁場での作業が困難であったため漁港内アワビを漁獲した。漁獲した標識放流アワビは放流後2年10ヵ月後には平均殻長 $94.7 \pm 11.5\text{mm}$ （日間成長 $44.5 \mu\text{m}/\text{日}$ ）に成長した。採捕したアワビの最大殻長は129mm、最小殻長は60.6mmで成長差は大きかった。標識アワビは全部で140個体が再捕（再捕率1.9%）された。再捕された標識アワビ140個体のうち27個体の標識が脱落していた（脱落率19.3%）。再捕された標識アワビのうち58個体（漁獲回収率0.8%）を漁獲物として市場出荷した。漁港内で漁獲したアワビ総量は13.7kgで99,640円の生産額であった。放流アワビの漁獲量は約9kgで生産額は65,762円で全漁獲額の66%を占めていた。第1回目の漁獲金額は種苗購入費の7.6%であった。放流したアワビは堤防の基礎石や堤防のジョイント部、護岸の基礎石に付着していた。水温は17℃と高めで推移しておりまだ多くのアワビが石の下に生息しているものと思われた。漁港内の餌料環境は昨年の天然ワカメの育成状況は良くなく餌料環境としては決して良いとは言えないが、天然漁場の成長と比べ劣っているものの、時化でも操業でき、密漁されにくい（夜釣りの遊漁者による密漁が一部あり）ことや回収しやすいことから、新たな放流場所としての

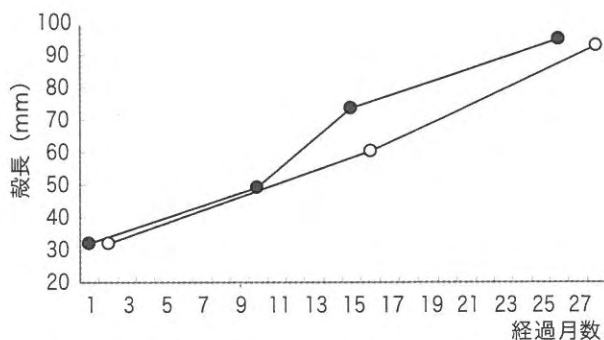


図6 姫島における放流時期別の成長(H13年)

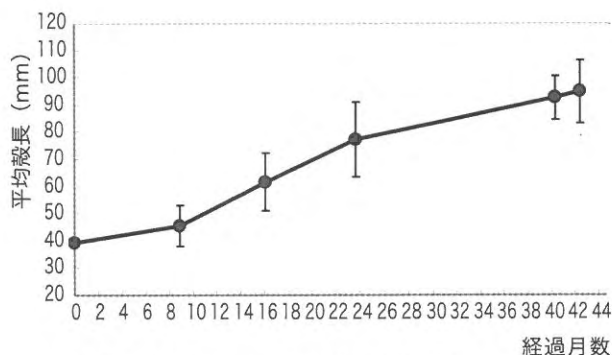


図7 漁港内放流による標識アワビの成長（新宮相島）

表2 大島ヨ瀬における放流サイズ別初期生残試験（放流42日後）

試験区 (5×5m)	放流時殻長 (mm)	放流数 (個)	放流密度 (個/m ²)	生残個体数 (個)	生残率 (%)	斃死殻数 (個)
試験区1	46.4±2.0	150	6	108	72.0	2
(水深4m)	35.6±1.4	150	6	110	73.3	1
試験区2	46.4±2.0	150	6	76	50.7	6
(水深5m)	35.6±1.4	150	6	78	52.0	2

*放流日：2004年4月26日（潜水放流）

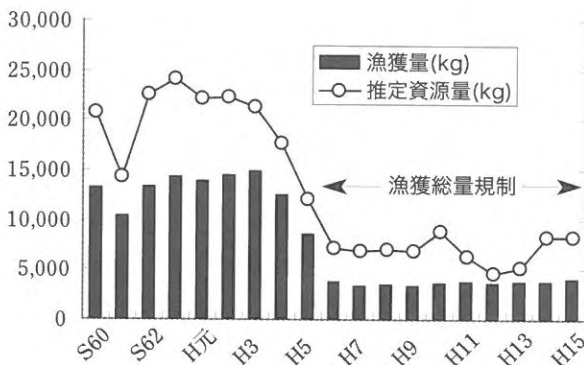


図8 大島におけるアワビの推定資源量と漁獲量

可能性を示唆している。また、漁業者が放流資金をなかなか増やせない状況下では投資的な放流資金確保として利用や再生産を担う母貝育成場としての利用管理が期待される。

（3）放流サイズ別初期生残試験（大島）

大島（ヨ瀬）での放流サイズ別初期生残試験結果を表2に示した。放流直後に南西の風による（沖側からの波浪）大時化があり、水深4m地点は沖側に岩礁があり試験区1の設置ロープは残っていたが水深5mの試験区2の設置ロープは消失していた。試験区1の40mm種苗と30mm放流種苗の生残率はそれぞれ72.0%と73.3%であった。また、試験区2の40mm種苗と30mm放流種苗の生残率はそれぞれ50.7%と52.0%であった。両試験区とも放流サイズによる初期生残率に差はみられなかった。藤田³⁾や他の調査事例から放流に伴う初期斃死は放流直後から30日ぐらいまでに急激に起こり、その後は安定するとしている。放流サイズ別の初期生残率に差は顕著でないこと、また現行の栽培漁業公社での40mm種苗は30mm種苗の成長の遅い群であり種苗性及び種苗単価が30mm種苗（80円/個）の1.5倍することから40mm種苗（120円/個）の必要性は少ない。回収した斃死殻の56%がタコによる食害で、11%が割貝であった。放流時期が4月下旬であり害敵種の捕食圧も高かったと推察される。放流には害敵種の駆除、放流時期及び時化等に配慮することが重要である。

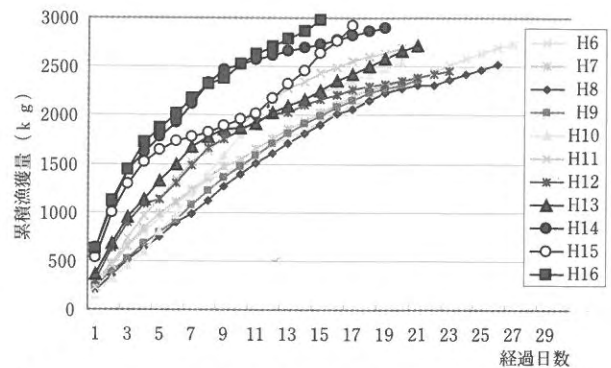


図9 大島における漁獲開始からの累積漁獲量（海上）

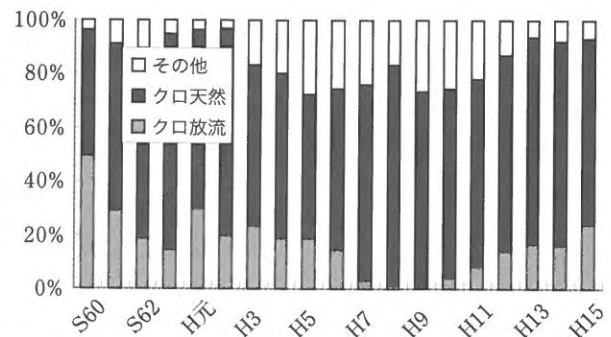


図10 大島におけるアワビの漁獲割合

（4）健全クロアワビ種苗の漁獲状況

アワビの推定資源量と漁獲量を図8に示した。初期の推定資源量は昭和63年の24tをピークに、平成12年には6.3tまでに下落した。平成6年から漁獲の総量規制（3.5t）をしており徹底した漁獲管理により資源の増加傾向がみられる。経過日数と累積漁獲量の関係（海士漁）を図9に示した。直近4カ年の累積漁獲量は漁獲開始から急激に増加しており、健全種苗の漁獲開始時期と顕著に対応している。資源の増加傾向がみられるため平成12年から漁獲枠を拡大できるまでに至った。また、大島におけるアワビの漁獲割合を図10に示した。放流クロアワビ漁獲割合は昭和60年の49.3%をピークに徐々に減少し、筋萎縮症の影響によるクロアワビ放流量の減少を反映して平成9年には0.5%まで低下した。平成11年まではクロアワビ種苗の放流量が激減した影響から放流クロアワ

表3 藍島におけるアワビの混獲率

	天然クロアワビ (天然クロ/クロ)	放流クロアワビ (放流クロ/クロ)	メガイ	放 流 メガイ	マダカ
S61年	73.2 (82.9)	15.1 (17.1)	2.9	—	8.8
H4年	15.8 (33.2)	31.9 (66.8)	12.3	—	39.9
H15年	44.7 (63.5)	25.7 (36.5)	22.6	2.9	4.1
H16年	43.5 (60.1)	28.9 (39.9)	16.8	7.2	3.1

ビの割合は1割未満で推移したが、平成12年は13.9%、平成13年は16.4%、平成14年は16.6%、平成15年は24.6%と順調に増加したが平成16年は21.2%に減少した。これは中間育成不調による放流数の減少が原因と推察される。平成13年からは健全クロアワビ放流種苗が漁獲群に加入しており、放流クロアワビの漁獲に占める割合は'02年と比較しても1割程度増加している。今後は、さらに漁獲割合が高くなるものと推察される。

藍島におけるアワビの混獲率を表3に示した。藍島においては筋萎縮症の疾病によりクロアワビ種苗が放流できなかった時期のデータがないが、平成15年夏季の放流クロアワビの混獲率は年の15.1%よりも高い25.7%になっている。平成16年夏季の放流クロアワビの混獲率は28.9%であった。クロアワビ全体に占める放流クロアワビの割

合も昨年より高くなった。藍島はメガイアワビの漁獲が比較的多い漁協でメガイアワビ放流の要望が高い地域であったが、一昨年からクロアワビの漁獲割合が増加し漁業者が放流クロアワビの効果を強く認識し始め、クロアワビ種苗放流数の増加要望の気運が高まっている。現在、藍島漁協では4万個程度の種苗を受入陸上中間育成を実施しているが、放流種苗の増加により磯漁業の生産性向上に向けて次年度事業で20万個以上の陸上中間育成施設の新設を計画中である。

文 献

- 1) 太刀山透，深川敦平，福澄賢二：筑前海におけるクロアワビの放流効果，福岡水技研報，第11号，29-32（2001）
- 2) 門間晴博，宇美房夫：戸井町汐首地先におけるエゾアワビ種苗放流効果調査— 種苗放流効果の検討，北水試月報，43，20-25（1986）
- 3) 藤田恒雄：アワビ人工種苗の放流サイズ別初期生残率の推定方法について，栽培技研，28(2)，101-107（2001）
- 4) 太刀山透，二島賢二：筑前海におけるアワビの種苗放流効果，福岡水技研報，第1号，129-136（1993）

資源増大技術開発事業

(3) メガイアワビ

秋本 恒基・深川 敦平・後川 龍男・池内 仁

本県地先海域には、クロアワビ、メガイアワビ、マダカアワビの3種のアワビが生息している。メガイアワビはクロアワビよりやや深い水深帯及び波浪の影響の少ない静穏域に生息することが知られている。種類による生態の相違を利用し、クロアワビとの競合が少ない磯漁場を効率的に活用し、生産性を高めることが期待できる。そこで、メガイアワビの種苗生産、放流技術開発に取り組む栽培対象種としての可能性を検討する。

材料と方法

1 投資効果算定の大量放流

(1) 大島における標識メガイアワビの大量放流

投資効果算定のための標識放流群の大量放流を図1に示す漁協の漁場行使区域で実施した。大島における標識メガイアワビの放流は平成12年4月14日に他県産種苗($38.6 \pm 4.4\text{mm}$) 8,305個(標識なし)を黒瀬、前波止、カンス、宮崎前波止、オンボーゼ、中ノハエ、平成13年3月16日は自県産種苗($31.2 \pm 2.2\text{mm}$)を9,965個(ニッケル線+赤ビーズ標識)アカセ、オンボーゼ、立神、加代、曾根、海底ケーブル、平成14年3月29日は他県産種苗($30.5 \pm 2.5\text{mm}$) 7,826個を(ニッケル線+紫ビーズ標識)曾根鼻(岸、沖)、平成15年5月28日は他県産種苗

($35.2 \pm 2.6\text{mm}$) 7,103個(ニッケル線+桃(白)ビーズ標識)を松ヶ下それぞれ漁業者が平成12~14年は素潜りで、その他はセンター職員がスキューバ潜水で放流した。標識アワビの追跡調査はアワビ集荷時に標識の有無を確認した。

(2) 藍島における標識メガイアワビの大量放流

藍島における標識メガイアワビの放流は平成13年6月1日に自県産種苗($29.3 \pm 2.6\text{mm}$)を9,787個(ニッケル線+黄ビーズ標識)白洲、広田瀬、平成14年4月11日は他県産種苗($30.8 \pm 2.5\text{mm}$) 7,608個(ニッケル線+紫ビーズ標識)白洲、古敷、平成15年4月15日は他県産種苗($33.3 \pm 2.4\text{mm}$) 7,956個(ニッケル線+桃(白)ビーズ標識)白洲、本島にそれぞれ放流は島周辺の2つの漁場(白洲、本島)に漁業者が素潜りで放流した。標識アワビの漁獲個体数は漁業者代表がアワビ集荷時にチェックした。

2 資源調査

大島漁協における漁獲物調査と漁獲日報データから、任意に抽出したサンプルの殻長組成から体重を試算し、総漁獲重量から総漁獲個体数を算出し種類別組成を求めた。メガイアワビ以外の殻長と体重の関係式は $BW = 1.2 \times 10^{-4} \times SL^{3.02}$ を、メガイアワビの殻長と体重の関係式は、 $BW = 7.648 \times 10^{-6} \times SL^{3.5633}$ により計算した。

藍島漁協におけるアワビの仕切データから平成14~16年度の水揚状況を整理した。

結果と考察

1 標識放流群の大量放流

(1) 大島における標識メガイアワビの大量放流

大島における標識メガイアワビの累積回収状況を表1に示した。標識放流群の回収は放流2年4ヵ月後から始まり3歳貝の累積回収率は0.3%であった。グリーンマークによる天然群と放流群との識別は、グリーンマークが薄く殻長部の殻皮が剥離している場合が多いため、クロアワビに比べ判断が困難であった。そのため標識を付けずに放流した群の回収率は低めに現れている。大島での

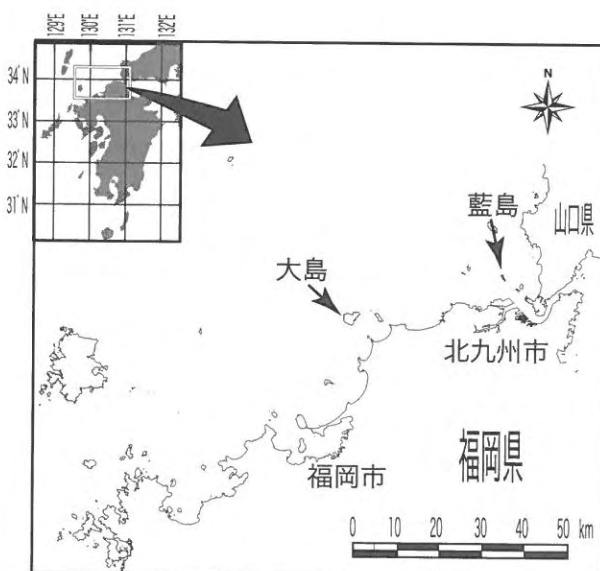


図1 調査対象漁協の位置図

表1 大島における標識メガイの累積回収状況

標識 再捕状況	メガイ放流 (標識なし)			メガイ放流 (赤ビ+Ni)		
	採捕数	累積数	累積回収率	採捕数	累積数	累積回収率
H15/1/15	9	9				
7/19	0	9	0.11%	1	1	0.01%
12/26	0	9	0.11%	0	1	0.01%
H16/1/10	4	13	0.16%	15	16	0.16%
7/27	0	13	0.16%	0	16	0.16%
7/29	10	23	0.28%	2	18	0.18%
9/18	5	28	0.34%	1	19	0.19%
12/25	0	28	0.34%	1	20	0.20%
12/28	5	33	0.40%	6	26	0.26%
H16/1/17	2	35	0.42%	3	29	0.29%
2/8	7	42	0.51%	1	30	0.30%

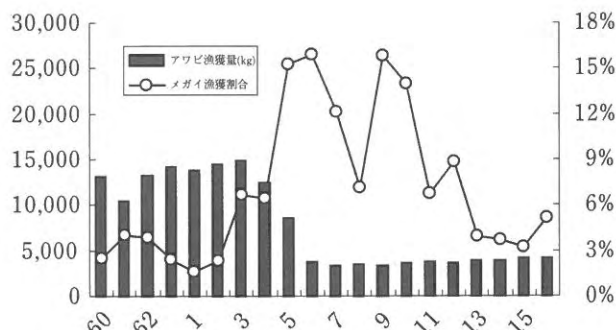


図2 大島におけるアワビ漁獲量とメガイアワビ漁獲割合

表2 藍島における標識メガイアワビの累積回収率

標識放流群の 採捕年月	メガイ類 漁獲量(kg)	黄ビーズ+Ni (H13/6/1放流)			紫ビーズ+Ni (H14/4/1放流)			桃ビーズ+Ni (H15/4/1放流)		
		回収数 (個)	累積数 (個)	累積回収率	回収数 (個)	累積数 (個)	累積回収率	回収数 (個)	累積数 (個)	累積回収率
H15.7	679	21	21	0.21%	-	-	-	-	-	-
H15.8	1,203	28	49	0.50%	-	-	-	-	-	-
H15.9	1,126	4	53	0.54%	-	-	-	-	-	-
H15.12	404				-	-	-	-	-	-
H16.1	1,138	33	86	0.87%	-	-	-	-	-	-
H16.2	121				-	-	-	-	-	-
H16.3	19				-	-	-	-	-	-
H16.4	20				-	-	-	-	-	-
H16.5	2				-	-	-	-	-	-
H16.7	1,315	203	289	2.95%	163	163	2.14%	59	59	0.74%
H16.8	774	66	355	3.63%	66	229	3.01%	2	61	0.77%
H16.9	1,535	43	398	4.07%	9	238	3.13%	23	84	1.06%
H16.10	16									
H16.12	980									
H17.1	509	142	541	5.53%	108	346	4.55%	35	119	1.50%
H17.4	11									
H17.5	2									
H17.6	3									
H17.7		24	565	5.77%	94	441	5.80%	374	493	6.20%
H17.8		10	574	5.87%	3	444	5.84%	57	550	6.92%
H17.9		13	587	6.00%	8	452	5.94%	189	739	9.29%

*H15.12～H16.5及びH16.10～H17.3の期間は前漁期間の標識アワビ採捕数と漁獲量から回収数を推定した

*放流3年後以降回収率は大島の標識脱落率8.57%で補正した

表3 藍島におけるアワビ漁獲及び生産金額割合

年度	メガイアワビ他 漁獲割合 (%)	クロアワビ 漁獲割合 (%)	メガイアワビ他 金額割合 (%)	クロアワビ 金額割合 (%)	メガイ他平均単価/ クロ平均単価
14	47.3	52.7	42.9	57.1	0.83
15	40.0	60.0	35.1	64.9	0.82
16	46.4	53.6	40.4	59.6	0.80
平均	44.6	55.4	39.5	60.5	0.82

*漁獲量及び漁獲金額は北九州魚市、北九州中央海産及び仲買業者の総計値を用いた

漁獲物調査から3歳貝の標識の脱落率は8.6%と推定された。

(2) 藍島における標識メガイアワビの大量放流

藍島における標識メガイアワビの回収状況を表2に示した。平成13年放流群の3歳貝までの累積回収率は6.00%であった。また、平成14年放流群の3歳貝の累積回収率は9月までに5.94%であった。平成15年度までの放流群の採捕状況は漁業者個人の採捕報告に基づいたが見落としがあるため、平成16年7月からは漁業者代表が集荷時にチェックした。このため見落としや報告漏れがなくなり、実質的に採捕率が向上した。このため平成16年7月から回収が始まった平成15年放流群の回収状況はさらに向上しており、3歳貝の中途でも9.29%に達している。

2 資源調査

大島漁協におけるアワビ漁獲量（海士漁と磯見漁の総量）とメガイアワビの漁獲割合を図2に示した。メガイアワビの漁獲量は平成4年の1,312kgが最高で、平成15年度は131kgと最低であったが平成16年度は214kgに増加した。メガイアワビの主漁場は北西の季節風の影響の少ない島影の南西海域であった。メガイアワビの漁獲割合は、漁獲の大半を占めるクロアワビの増減に左右されており、平成5年は15.9%と最高であったが、近年はクロアワビ資源の増加に伴い5%程度となっている。

藍島漁協におけるアワビ漁獲及び生産金額割合を表3に示した。メガイアワビを主とする漁獲割合は44.6%で、金額割合では39.5%であった。メガイアワビ他の平均単価比率はクロアワビに対して0.82で、大島の0.7と比べ

て比較的高値で取引されていた。メガイアワビはクロアワビの7～8割程度の単価で取引されているが、生産量が多い場合はその価格差が少なくなった。

文 献

- 1) 資源増大技術開発事業報告書，福1－福11（平成12年度）

間伐材利用施設推進事業

－間伐材魚礁効果調査－

内田 秀和

本県漁業者は木造船の時代には古くなった漁船を海底に設置し、魚礁として利用していた。そのため木製魚礁設置への漁業者の強い要望があり、平成14年2月23日に福岡市東区奈多地先に杉の間伐材を用いた2種類の試験魚礁を設置した。調査は試験礁の魚類増集効果を明らかにする目的で15年から継続しており、今年も同様に3回行った。

方 法

試験礁は木製魚礁に関心が高く調査協力が得られる福岡市漁協奈多支所に相談して、奈多地先に設置した(図1)。また、その構造は図2に示すとおりであり、魚礁1型(中山製鋼所製)と魚礁2型(ライトンコスモ社製)の2基である。

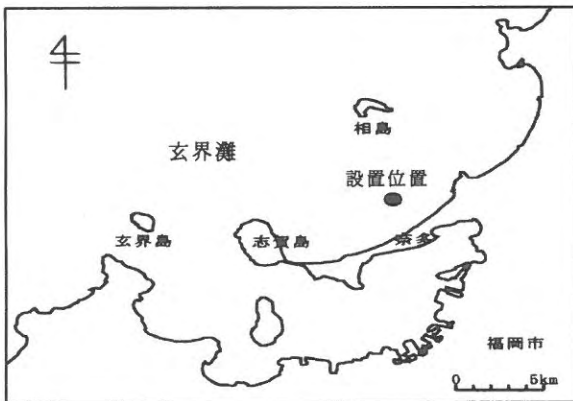


図1 魚礁の設置位置

調査は試験礁及びその周辺のスキューバ潜水による目視観察、水中ビデオ撮影及びスチール写真撮影を中心に(株)ベントス(福岡県前原市)に委託した。

1. 魚礁の設置位置

魚礁の設置位置は、既存の記録を基に GPS と魚群探知機を用いて探索を行い、魚群探知機の反応の得られた地点で設標し調査した。

2. 魚礁の設置状況及び周辺の海底状況

設置状況：目視により海底への埋没状況及び洗掘の規模を観察した。

水深：深度計で求めた測定値を福岡市西戸崎(北緯33°39′, 東経130°21′)の潮汐表で補正した。なお、深度計の値はレッド測深による実測値をもとに補正済みである。

透視度：海中において魚礁の部材や魚礁の大きさなど既知の寸法を基準にして求めた。

底質：目視によって泥、細砂、中砂、粗砂、砂礫に分類し、手で触れることにより浮泥の有無を調査した。

流況：魚礁の中央付近で懸濁物、漂流物、プランクトン、中層性魚類の定位状況等を目安として観測した。

3. 付着生物の着生状況

魚礁表面に着生する動物、植物の種類、被度等について目視観察を行った。

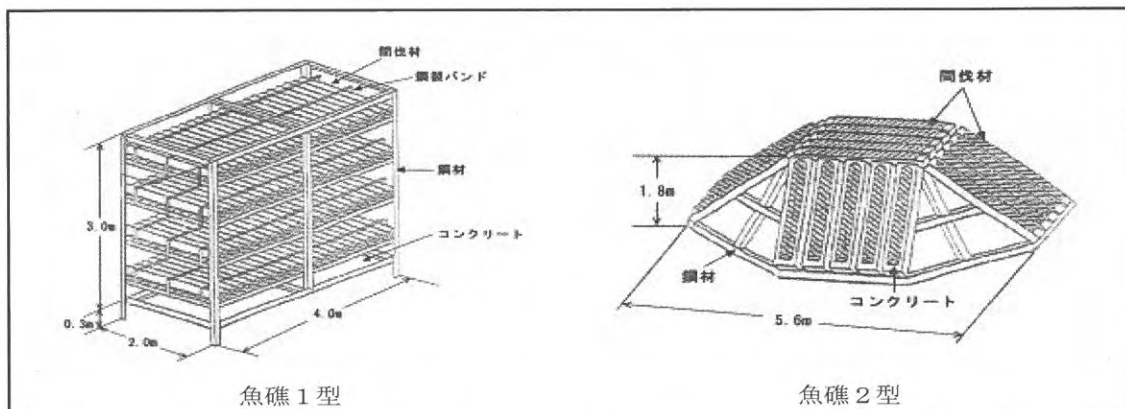


図2 魚礁の構造

4. 魚類の蜻集状況

魚礁及び周辺域で蜻集魚の種類 全長 尾数等について目視観察し、記録した。

5. 間伐材の表面処理とフナクイムシの食害状況

間伐材には表面処理が施されており、フナクイムシによる食害状況について目視観察により表面処理による差を比較した。



図 2-1 間伐材の表面処理

6. 間伐材テストピースの回収

魚礁 1 型には、平成 15 年 3 月 14 日に杉のテストピース 5 片と 16 年 3 月 5 日にひのきのテストピースを 8 片取り付けている。杉のテストピースは 5 片のうち 1 片を平成 15 年 10 月 27 日引き揚げたが、本年 2 回目の調査時（平成 16 年 10 月 18 日）には杉とひのきのテストピースをそれぞれ 1 片ずつ船上に引き揚げ、回収した。回収したテストピースについては、付着生物の多い部位、多い部位の裏側及び側面で、それぞれ 10cm×10cm の範囲で剥取りを行った。その後、剥取った付着生物を 10%ホルマリンで固定し、種の同定、個体数の計数及び湿重量を測定した。また、テストピースを切断し、テストピース中に棲息するフナクイムシの棲管数を数えた。

結果及び考察

調査は試験礁を設置して約 2 年 6 ヶ月後（平成 16 年 8 月 3 日）、2 年 8 ヶ月後（平成 16 年 10 月 18 日）及び約 3 年後（平成 17 年 2 月 3 日）の 3 回行った。

1. 第 1 回目調査（平成 16 年 8 月 3 日）

（1）魚礁の設置位置

調査した魚礁の設置位置は、下記のとおりである。なお、緯度、経度は調査担当者の GPS に基づく値を採用した。

（世界測地系）

魚礁 1 型 N：33° 42. 207' E：130° 22. 959'

魚礁 2 型 N：33° 42. 209' E：130° 22. 940'

（日本測地系）

魚礁 1 型 N：33° 42. 012' E：130° 23. 099'

魚礁 2 型 N：33° 42. 014' E：130° 23. 081'

（2）魚礁の設置状況及び周辺の海底状況

魚礁 1 型の設置状況についてみると、魚礁は水平に着底し、目立った埋没、洗掘は認められず、良好な状態であった。また、魚礁本体についてみると、垂直鉄骨部でわずかに網掛かりが認められたが、屈曲、破損はみられず、過去の調査時と同様に安定して維持されていた。底質は細砂で、魚礁に付着していた多毛類の棲管やフジツボ類等の生物が剥がれて周囲の海底に散らばっていた。なお、魚礁下段の表面でわずかに浮泥がみられ、周辺の海底では 15cm 程度の砂紋が観察された。

魚礁 2 型は魚礁 1 型から西側に約 30m 離れた場所に水平に着底しており、埋没は脚材部の一部が 5～10cm、洗掘は 10cm 程度みられたが、過去の調査時と変わらず安定して維持され良好な状態であった。底質は細砂で、魚礁表面及び魚礁内部には薄く浮泥が溜まっていたものの網掛かりはなく、破損等も認められなかった。なお、周辺の海底では魚礁 型同様に 15cm 程度の砂紋が観察された。

魚礁周辺の透視度、底質、海況等の調査結果を表 1 に示す。

表 1 魚礁周辺の海底状況

礁 名	透視度	底 質	浮 泥	流 速	水 温
魚礁 1 型	4 m	細砂	若干あり	0.3m/秒	26.5℃
魚礁 2 型					

魚礁を設置している海底はいずれも平坦であり、調査時の天候は晴れ、風力 1、波高は 0.5m であった。

（3）付着生物の着生状況

魚礁 1 型についてみると、無処理の間伐材、フェノール処理した間伐材ともに付着生物の着生量は前回の調査時よりも減少していた。フジツボ類が被度 5 % 未満で、この他カイメン類、カンザシゴカイ類、ヒドロ虫類、コケムシ類等がみられたが、量的には少なかった。また、無処理の間伐材は表皮が剥がれていたため、さらに着生量が減少していた。海藻は、天井部のみでみられ、無節石灰藻とイギス科の種が出現した。次に、鋼材部についてみると、サンカクフジツボを主体とするフジツボ類が被度 60～70%，またシロウスボヤ等の群体ボヤが一部フジツボ類の上にも着生しており、被度は平均約 30%，多いところでは被度約 90% の箇所もみられた。さらに、ヒドロ虫類は魚礁のほぼ全面でみられ、この他カイメン類、チゴケムシ等のコケムシ類、カンザシゴカイ類等を含む多毛類、エボヤ、マボヤ、シロボヤ等の単体ボヤ類等が着生していた。なお、魚礁の上面、棚部よりも側面に着生量が多かったが、移動性動物は観察されなかった。

一方、海藻は間伐材と同様に天井部のみでみられ、シオグサ属の種、無節石灰藻、カニノテ属の1種、イギス科の1種、イトグサ属の1種、コザネモが観察された。

魚礁2型についてみると、間伐材ではフナクイムシの穿孔が無数にみられ、表面が凸凹になって付着生物は減少していた。着生被度はヒドロ虫類が、5～20%、シロウスボヤが5%未満でみられ、海藻はイギス科の1種、シオグサ属の1種が観察された。次に、コンクリートや鋼材部についてみると、表面ではヒドロ虫類がほぼ全面に着生しており、この他シロウスボヤ等の群体ボヤ、フジツボ類がそれぞれ被度約10%、カンザシゴカイ類が5%未満であった。裏面では、フジツボ類が被度50～60%、エボヤが15～20%、シロウスボヤ等の群体ボヤが10～15%、コケムシ類が約5%であった。その他、ヒドロ虫類、カンザシゴカイ類等がみられたが、移動性動物は観察されなかった。一方、海藻は無節石灰藻、イギス科の1種、シオグサ属の1種が観察された。

(4) 魚類の集積状況

各魚礁における出現魚類一覧を表2に示す。
魚類は2基の魚礁あわせて19科29種が出現した。
魚礁別にみると、魚礁1型では17科26種が出現した。
有用種は、魚礁の上層をカタクチイワシの大群、上層～

中層をマアジ、イサキの群れ、魚礁の棚部や周辺でイシダイ、メバル、魚礁周辺でマダイが観察された。他に、マハタ、カサゴ、カワハギ、ウマヅラハギもみられた。

藻食性魚類はニザダイ、アイゴが観察され、その他の魚類は魚礁上部～中部でスズメダイ、棚部や周辺でゴンズイ、ネンブツダイ、コロダイ、ホシササノハベラやホンベラ等のベラ類がみられた。

魚礁2型では11科17種が出現し、有用種としてはマアジ、イサキの群れ、その他マダイ、メバル、カサゴ、カワハギが観察された。藻食性魚類はアイゴがみられ、その他の魚類はネンブツダイ、キンチャクダイ、ホシササノハベラ、ホンベラ、キュウセン等のベラ類、ハゼ類、ミノカサゴ等が観察された。

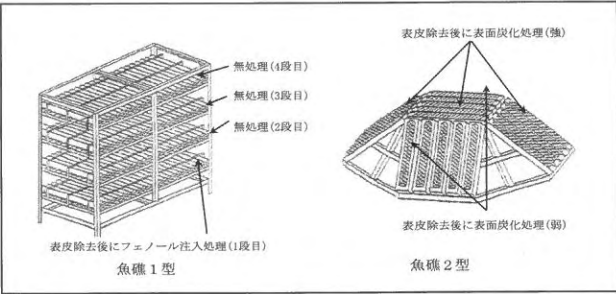


図3 間伐材の処理状況

表2 魚礁別出現魚類一覧

目	科	種名	魚礁1型		魚礁2型	
			全長(cm)	尾数	全長(cm)	尾数
ニシン目	カタクチイワシ科	カタクチイワシ	3～6	10,000		
ナマズ目	ゴンズイ科	ゴンズイ	10～14	50		
スズキ目	ハタ科	マハタ	14, 18	2		
	テンジクダイ科	ネンブツダイ	3～10	200	3～4	100
	アジ科	マアジ	12～16	3,000	10～14	500
	フエダイ科	ヨコスジフエダイ	16, 22	2		
	イサキ科	イサキ	3～10	5,000	3～8	500
	タイ科	マダイ	5～10	10	10	3
		コロダイ	35～40	3		
	キンチャクダイ科	キンチャクダイ			12	1
	イシダイ科	イシダイ	18～30	13		
	スズメダイ科	スズメダイ	12～14	100		
	ベラ科	コブダイ	22	1		
		ホシササノハベラ	12～18	15	8～16	10
		イトベラ	14	2	12～14	4
		ホンベラ	10～16	20	8～14	10
		キュウセン	10～16	20	12～18	30
	ニザダイ科	ニザダイ	18	1		
	アイゴ科	アイゴ	25, 28	2	14～26	8
	ハゼ科	サビハゼ	4	1	6～8	20
		ハゼ科の1種			4	1
	ベラギンボ科	クロエリギンボ			18～20	20
カサゴ目	フサカサゴ科	メバル	14～20	80	12～16	20
		カサゴ	12～18	10	6～16	6
		ミノカサゴ	16～24	6	18	1
フグ目	カワハギ科	カワハギ	12～16	8	12～16	4
		ウマヅラハギ	16～23	5		
		アミメハギ	3～5	3		
	フグ科	ショウサイフグ	20	1		
出現種数計		19科 29種	17科 26種		11科 17種	

(5) 間伐材の処理とフナクイムシの被害状況

間伐材の処理状況を図3に示す。

魚礁1型では、最下段から段目の間伐材のみ表皮を除去し、フェノール液を注入しているが、2～4段目は無処理である。フェノール液を注入している間伐材と無処理の間伐材の比較では、外観からはフェノール処理した間伐材の方がフナクイムシの穿孔が少なく感じられた。一方、2～4段目の無処理の間伐材は表皮が剥がれているものが70%以上あり、フナクイムシの穿孔が増加しているものの平均約90%残っていた。また、4段目上面の間伐材の中で1本が約70%に減耗しているのがみられた。全体的にみて、1段目のフェノール処理した間伐材はフナクイムシの被害が少なく、2～4段目の無処理の間伐材は一部で両端が削れたところもあったが、大きな減耗はみられなかった。

次に、魚礁2型は表皮除去後に表面を強

く炭化処理したものと弱く炭化処理したものの2種類がある。いずれの間伐材もフナクイムシによる食害がみられ、強と弱の炭化処理とは大きな差はみられず、平均60～80%の残存量で、一部1/3程度までに減耗している間伐材も数本みられた。また、天井部よりも側面の方がフナクイムシの食害による減耗が大きく、中でも側面の端部では穿孔が増加して減耗が大きかった。

2. 第2回目調査（平成16年10月18日）

（1）魚礁の設置位置

調査した魚礁の設置位置は、第1回目調査の場合と同じである。

（世界測地系）

魚礁1型 N：33° 42. 207′ E：130° 22. 959′

魚礁2型 N：33° 42. 209′ E：130° 22. 940′

（日本測地系）

魚礁1型 N：33° 42. 012′ E：130° 23. 099′

魚礁2型 N：33° 42. 014′ E：130° 23. 081′

（2）魚礁の設置状況及び周辺の海底状況

魚礁1型の設置状況についてみると、魚礁は水平に着底し、目立った埋没、洗掘は認められず、魚礁本体の屈曲、破損もなく良好な状態であった。次に、魚礁2型の設置状況についてみると、埋没は脚材部の一部が5～10cm洗掘は10cm程度みられたが、網掛かり、破損等もみられず良好な状態であった。

魚礁を設置している海底はいずれも平坦であり、底質は細砂上にわずかに浮泥がみられ、魚礁1型では魚礁下段の表面に、魚礁2型では魚礁本体表面及び魚礁内部にわずかに浮泥がみられた。また、周辺の海底では15cm程度の砂紋が観察された。

一方、魚礁周辺の透視度、底質、海況等の調査結果を表3に示す。調査時の天候は晴れ、風力1、波高は0.5mであった。

表3 魚礁周辺の海底状況

礁名	透視度	底質	浮泥	流速	水温
魚礁1型	2 m	細砂	若干あり	0.2m/秒	21.0℃
魚礁2型					

（3）付着生物の着生状況

魚礁1型についてみると、無処理の間伐材及びフェノール処理した間伐材は前回の調査時と同様に表皮を剥がしているため付着生物の着生量は少なく、フジツボ類が被度5%未満で、この他カイメン類、カンザシゴカイ類、

ヒドロ虫類、コケムシ類、群体ボヤ類がみられた。海藻は、天井部のみに無節石灰藻がみられた。次に、鋼材部の付着生物についてみると、上面、棚部よりも側面に多く、ヒドロ虫類は魚礁全面に着生しており、他にサンカクフジツボ、アカフジツボのフジツボ類が被度60～70%、チゴケムシが10～15%、カンザシゴカイ類、群体ボヤがそれぞれ約5%でみられた。その他、カイメン類、イガイ類、エボヤ、マボヤ、シロボヤ等の単体ボヤ類等がみられたが、移動性動物は観察されなかった。一方、海藻は無節石灰藻、カニノテ属の1種、イギス科の1種が観察された。

次に、魚礁2型についてみると、間伐材ではフナクイムシの食害が進んで表面は凸凹になって穿孔が無数にみられた。着生被度はヒドロ虫類が5～20%であった他は、コケムシ類、カンザシゴカイ類がわずかにみられた。次に、コンクリートや鋼材部についてみると表面にはヒドロ虫類が全面的に着生しており、他にフジツボ類が被度5%未満、コケムシ類、カンザシゴカイ類がみられた。裏面ではフジツボ類が被度60～70%、コケムシ類が5～10%、カンザシゴカイ類、エボヤがそれぞれ約5%で着生していた他には、シロボヤ等がみられた。また、移動性動物はイトマキヒトデが散見された。一方、海藻は無節石灰藻が観察された。

（4）魚類の蜻集状況

各魚礁における出現魚類一覧を表4に示す。

魚類は、3基の魚礁あわせて16科24種が出現した。

魚礁別にみると、魚礁1型では13科21種が出現した。有用種は、カタクチイワシ、マハタ、マアジ、イサキ、マダイ、イシダイ、メバル、カサゴ、カワハギ、ウマヅラハギが観察され、魚礁の上部でウマヅラハギの群れ、魚礁の棚部や周辺でメバルの群れ、イシダイの小群、周辺ではマダイの小群が目立った。その他の魚類は、魚礁上部～中部でネンブツダイ、スズメダイ、ホンベラ、棚部や周辺でキュウセン、コロダイ、ミノカサゴ等がみられた。また、周辺の砂場ではサビハゼがやや多く観察された。

魚礁2型では13科16種が出現し、有用種としてはメバルが群れて観察された。その他、マアジ、イサキ、マダイ、カレイ科の1種、カワハギもみられた。藻食性魚類はアイゴが出現し、その他の魚類ではネンブツダイ、コロダイ、キンチャクダイ、ソラスズメダイ、ホシササノハベラやキュウセン等のベラ類、サビハゼ、キタマクラが観察された。

表4 魚礁別出現魚類一覧

目	科	種 名	魚礁 1 型		魚礁 2 型	
			全長 (cm)	尾数	全長 (cm)	尾数
ニシン目	カタクチイワシ科	カタクチイワシ	8	10		
スズキ目	ハタ科	マハタ	10～20	3		
	テンジクダイ科	ネンブツダイ	3～4	1,000	3～4	1,500
		オオスジイシモチ	7	1		
	アジ科	マアジ	10～12	30	14～15	50
	イサキ科	イサキ	8～10	10	12～14	15
	タイ科	マダイ	14～16	20	14～16	10
		コロダイ	18	1	8	1
	キンチャクダイ科	キンチャクダイ	16	2	14～18	6
	イシダイ科	イシダイ	16～30	16		
	スズメダイ科	スズメダイ	12～14	400		
		ソラスズメダイ	3～4	10	3～4	5
	ベラ科	ホシササノハベラ	16～18	10	10～12	3
		ホンベラ	14	1	12～14	5
		キュウセン	12～18	10	14～16	40
	アイゴ科	アイゴ			35	1
	ハゼ科	サビハゼ	6～8	100	8～10	50
カサゴ目	フサカサゴ科	メバル	14～24	300	18～24	100
		カサゴ	16～20	7		
		ミノカサゴ	20	4		
カレイ目	カレイ科	カレイ科の 1 種			20	1
フグ目	カワハギ科	カワハギ	14～20	5	14～20	20
		ウマヅラハギ	20～28	100		
	フグ科	キタマクラ			15	1
出 現 種 数 計		16科 24種	13科 21種		13科 16種	

(5) 間伐材の処理とフナクイムシの被害状況

間伐材の処理状況は前述の図3に示すとおりである。魚礁1型のフェノール液を注入している間伐材と無処理の間伐材の比較では、外観からはフェノール処理した間伐材の方がフナクイムシの穿孔が少なかった。一方、2~4段目の無処理の間伐材は表皮が剥がれているものが80%以上あり、フナクイムシの穿孔がやや多いものの平均90%以上残存していた。また、4段目上面の間伐材

の中で本が約60%に減耗しているのがみられた。全体的にみて、1段目のフェノール処理した間伐材はフナクイムシの被害が少なく、2~4段目の無処理の間伐材は両端が削れたところもみられたが、大きな減耗ではなかった。

次に、魚礁2型の強と弱の炭化処理との比較では、外観から大きな差はみられず、いずれの面もフナクイムシによる被害がみられ、天井部よりも側面の方が被害による削れ方が大きかった。中でも、側面の端部では穿孔が増加して減耗が大きくなり、特に設置面に近い端部での減耗が大きかった。全体的にみると、平均50~70%の残存量であり、一部1/3以下に減耗している間伐材も数本みられた。

(6) 間伐材テストピースの回収

間伐材のテストピースにおける付着生物の剥取り調査結果を表5に示す。

付着生物は、海綿類1種、苔虫類2種、貝類3種、ホシムシ類1種、多毛類3種、甲殻類（顎脚綱と軟甲綱）6種、海藻類1種の計17種が出現した。全体的にはサンカクフジツボが多く、杉のテストピース①多い部位が種数は14種、湿重量は61.36gと最も多かった。個体数では、ひのきのテストピース①多い部位が97個体、次いでひのきのテストピース③側面の82個体の順であった。また、杉のテストピース②多い部位の裏面は前回の調査時

表5 付着生物の剥取り調査結果 (10cm×10cm)

種名				杉テストピース						ひのきテストピース					
				①多い部位		②多い部位の裏側		③側面		①多い部位		②多い部位の裏側		③側面	
				個体	重量(g)	個体	重量(g)	個体	重量(g)	個体	重量(g)	個体	重量(g)	個体	重量(g)
海綿動物門	尋常海綿綱	尋常海綿綱		—	1.21										
触手動物門	苔虫綱	唇口目	チゴケムシ	—	0.36	—	+	—	0.28	—	0.24	—	0.02	—	0.52
			唇口目の1種	—	+	—	+	—	+					—	+
軟体動物門	腹足綱	新腹足目	タモトガイ科											1	+
	二枚貝綱	ウグイスガイ目	イタボガキ科	1	0.09					1	0.31				
		マルスダレガイ目	イワホリガイ科	1	0.26							1	0.07		
星口動物門			ホシムシ類	1	+										
環形動物門	多毛綱	ケヤリムシ目	カンザシゴカイ科	5	0.01			6	0.01	4	0.01	5	0.01	3	+
			ウズマキゴカイ			2	+			8	+	23	+		
			ゴカイ類	14	0.62			8	0.31	2	0.04			2	+
節足動物門	顎脚綱	無柄目	サンカクフジツボ	36	35.55			48	43.95	69	5.39	2	0.04	72	8.51
			アカフジツボ	3	22.57			1	7.25					1	4.39
	軟甲綱	端脚目	ヨコエビ類	4	+									1	+
		等脚目	有扇亜目(コブムシ亜目)					2	+	8	+	5	0.01		
		十脚目	エビ類	5	0.09			2	0.04	4	0.01	5	0.04	1	+
			カニ類	10	0.57	2	0.03	3	0.05	1	+	1	0.01	1	+
紅色植物門	紅藻綱	イギス目	イギス目	—	0.03										
計				80	61.36	4	0.03	70	51.89	97	6.00	42	0.20	82	13.42
出現種数計				17		14		4		9		8		10	

注1) 表中の—記号は、計数不能もしくは被度表記不能を示す。 注2) 重量は湿重量で示し、+記号は0.01g未満を示す。

表6 フナクイムシの棲管数調査結果

部位	設置年月	平成15年3月	平成16年3月
	種類	杉	ひのき
端 部 ※		31	21
中 央 部		53	10
計		84	31

※端部は側面より3cmの位置

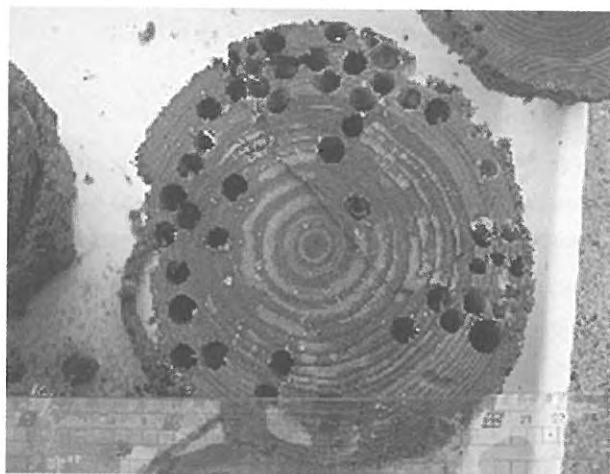


図4 テストピース(杉)のフナクイムシ棲管



図5 テストピース(ひのき)のフナクイムシ棲管

平成15年10月27日に比べて大きく減少していた。

次に、杉とヒノキのテストピースを端から3cmの位置と中央で切断してフナクイムシの棲管数を数え、結果を表6、図4、5に示した。

杉のテストピース（設置後7ヶ月）と今回のひのきのテストピース（設置後7ヶ月）を比較すると、棲管数は杉が端部で16、中央で7の合計23であった。このことから、7ヶ月間ではひのきは杉よりもフナクイムシの食害の影響が大きいことが明らかになった。

3. 第3回調査（17年2月3日）

（1）魚礁の設置位置

調査した魚礁の設置位置は、第1、2回の調査と同じである。

（世界測地系）

魚礁1型 N：33° 42. 207′ E：130° 22. 959′

魚礁2型 N：33° 42. 209′ E：130° 22. 940′

（日本測地系）

魚礁1型 N：33° 42. 012′ E：130° 23. 099′

魚礁2型 N：33° 42. 014′ E：130° 23. 081′

（2）魚礁の設置状況及び周辺の海底状況

魚礁1型の設置状況についてみると、魚礁は水平に着底し、目立った埋没、洗掘は認められなかったが、間伐材を囲んでいる2段目の金網と最上段の金網が破損し、最上段では金網内の間伐材が一部流失していた。

次に、魚礁2型の設置状況についてみると、埋没は脚材部の一部が5～10cm、洗掘は10cm程度みられたものの、網掛かり、破損等もみられず良好な状態であった。

魚礁を設置している海底はいずれも平坦であり、底質は細砂上にわずかに浮泥がみられ、過去の調査時と同様に魚礁1型では魚礁下段の表面に、魚礁2型では魚礁本体表面及び魚礁内部にわずかに浮泥がみられた。また、周辺の海底では15cm程度の砂紋が観察された。魚礁周辺の透視度、底質、海況等の調査結果を表7に示す。調査時の天候は雨のち曇り、風力1、波高は1.0mであった。

表7 魚礁周辺の海底状況

礁 名	透視度	底 質	浮 泥	流 速	水 温
魚礁1型	4 m	細砂	若干あり	0.1m/秒	12.0℃
魚礁2型					

（3）付着生物の着生状況

魚礁1型についてみると、無処理の間伐材は表皮がほぼ全部剥がれて、フナクイムシによる食害が進み、表面は凸凹になっているものもみられた。付着生物の着生量は少なく、フジツボ類、カイメン類、カンザシゴカイ類、ヒドロ虫類、コケムシ類が被度5%未満でみられた。

鋼材部の付着生物についてみると、錆びた部分以外は魚礁全面でヒドロ虫類が着生していた。他に、サンカクフジツボ、アカフジツボ等のフジツボ類が被度10～40%、カンザシゴカイ類が5～10%でみられた。これらの他、カイメン類、チゴケムシ、ケヤリムシ目の1種、イガイ類、マボヤ、シロボヤ等の単体ボヤ類、シロウスボヤ等がみられた。移動性動物は、魚礁側面でチャイロホウキ

ボシ、キヒトデが散見された、海藻は無節石灰藻、カニノテ属の1種、イギス科の1種が観察された。

魚礁2型についてみると、間伐材ではフナクイムシの食害が前回の調査時よりもさらに大きく進んで表面は凸凹になって、消滅している間伐材も数本みられた。付着生物の着生被度は、ヒドロ虫類が全面でみられた。

次に、コンクリートや鋼材部についてみると、表面にはヒドロ虫類が全面でみられ、その他カイメン類、コケムシ類、フジツボ類が被度約5%、カンザシゴカイ類が5%未満でみられた。裏面では、フジツボ類が被度約50%、コケムシ類、カンザシゴカイ類がそれぞれ約5%で着生していた他には、エボヤ、シロボヤ等がみられた。

移動性動物はイトマキヒトデ、チャイロホウキボシ、マナマコが散見され、魚礁内の砂場ではスナイツギンチャクもみられた。一方、海藻はハイミル、アミジグサ属の1種、無節石灰藻、イトグサ属の1種が観察された。

(4) 魚類の蛸集状況

各魚礁における出現魚類一覧を表8に示す。魚類は、2基の魚礁あわせて4科5種が出現した。

魚礁別にみると、魚礁1型では3科4種が出現した。有用種は、マハタ、メバル、カサゴが観察され、魚礁の上部や棚部でカサゴ、魚礁の棚部や着底部等でメバルの群れがみられた。その他の魚類は、魚礁上部～中部でスズメダイがみられた。魚礁2型では3科3種が出現し、有用種としてはマハタ、メバルがみられた。その他の魚類は、ホシササノハベラが観察された。

(5) 間伐材の処理とフナクイムシの食害状況

間伐材の処理状況の詳細図を図6に、また間伐材の残

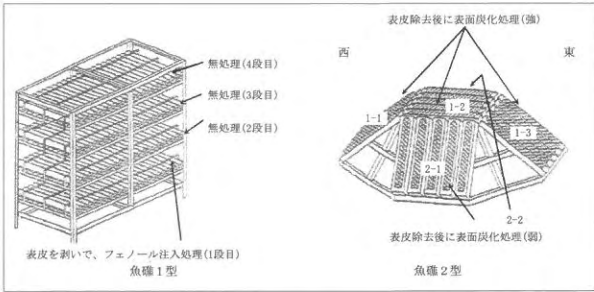


図6 間伐材の処理状況の詳細図

存量を表9に示す。

魚礁1型のフェノール液を注入している間伐材と無処理の間伐材の比較では、外観からはフェノール処理した間伐材の方がフナクイムシの穿孔が少なく、残存量は80～95%、平均90%であった。一方、2～4段目の無処理の間伐材の表皮は全て剥がれて、フナクイムシの穿孔が多数みられた。残存量は30～80%、平均75%であり、4段目の間伐材は囲っている金網が破損して一部流失していた。

全体的にみて、2～4段目の無処理の間伐材に比べて、1段目のフェノール処理した間伐材の方がフナクイムシの食害が少なかった。

魚礁2型の炭化処理の強と弱との比較では、いずれの面もフナクイムシによる食害がみられたが、天井部を除くと、炭化処理（強）の方がフナクイムシによる食害が大きく、消滅している間伐材も数本みられた。残存量は、天井部を除く炭化処理（強）が0～30%、0～40%、平均16%、18%であったのに対し、炭化処理（弱）は残存量10～40%、平均30%であった。一方、天井部の炭化処理 強 の残存量は50～80%、平均66%であった。

全体的にみて、炭化処理（弱）の方が炭化処理（強）に比べフナクイムシの食害が少なかった。ただし、天井面においては炭化処理（強）にもかかわらず、側面の炭化処理（弱）に比べて残存量が高かった。

4. まとめ

メバル、イサキなどの底魚類は、コンクリート製や鋼鉄製に比べて間伐材を利用した魚礁に、設置後短期間で蛸集することが昨年の調査結果から明らかになっている。分布量は冬季にやや減少するが周年比較的安定している。試験礁設置後約3年を経過し、間伐材の早期の安定した蛸集効果を確認できた。また、今後フナクイムシの浸食を受けて間伐材が減少する中で、蛸集効果が維持されるかどうかを併せて明らかにしていく必要がある。

表8 魚礁別出現魚類一覧

目	科	種 名	魚礁1型		魚礁2型	
			全長(cm)	尾数	全長(cm)	尾数
スズキ目	ハタ科	マハタ	10	1	10	1
	スズメダイ科	スズメダイ	8～10	30		
	ベラ科	ホシササノハベラ			4, 6	2
カサゴ目	フサカサゴ科	メバル	6～24	500	8	1
		カサゴ	14～30	10		
出現種数計			4科 5種	3科 4種	3科 3種	

表9 材の残存量

魚礁	間 伐 材	設置位置	設置時 (本)	残存本数 (本)	残存量(%)		
					最大	最小	平均
1型	表皮を剥いで フェノール注入処理	1段目	2.0m×26 4.0m×12	—	95	80	90
	無処理	2～4段目	2.0m×22 4.0m×10		80	30	75
2型	表皮除去後に表面 炭化処理（強）	1-1	1.9m×5	4	30	0	16
		1-2		5	80	50	66
		1-3		5	40	10	18
	表皮除去後に表面 炭化処理（弱）	2-1		5	40	10	30
		2-2		5	40	20	30

廃 FRP 漁船高度利用技術開発事業

内田 秀和

FRP 炭化材の魚礁としての実用化を目指して、平成16年3月9日に福岡県福岡市東区奈多地先（図1）に試験礁2基を設置した。試験礁を調査することで魚類等の餌生物として利用される付着生物の種類と量を、今回対象となる FRP 炭化材と従来から利用されているカキ殻、コンクリート塊などの着生基質を用いて経時的に比較した。試験礁2基 No1, No2 には、テストピースが装着されている（図2）。テストピースは直径15cm、長さ30cmのメッシュパイプ内に炭化材を密と粗にそれぞれ充填したもの、カキ殻を充填したもの及び同サイズの円柱状コンクリート塊の4種である。なお、試験礁は海洋建設㈱に提供していただいた。

方 法

スキューバ潜水により試験礁本体と周辺の状況を目視観察し、水中ビデオ撮影とスチール写真撮影を行った。また、テストピースを各種1本ずつ計4本引き上げ、付着生物の種の同定、個体数、湿重量の測定を行うとともに、付着生物をすべてそぎ落としたテストピースの乾燥重量を測定した。なお、調査は㈱ベントス（福岡県前原市）に委託した。併せて、室内の水槽で FRP 炭化材の付着物試験を行った。

1. 試験礁の設置状況及び周辺の海底状況

試験礁の海底への埋没や洗掘状況は目視観察により調査した。透視度は海中において試験礁の部材や大きさなど既知の寸法を基準にして求めた。底質は目視によって



図1 試験礁の設置位置

分類し、浮泥の有無を調査した。流況は試験礁の中央付近で懸濁物、漂流物、プランクトン、中層性魚類の定位状況等を目安として観測した。

2. 魚類の蟄集状況

2基の試験礁及びその周辺域に蟄集している魚類について、目視観察により種の同定、全長及び個体数の調査を行った。

3. 付着生物の着生状況

2基の試験礁について、目視による付着生物の観察を行った。

4. テストピースにおける付着生物の着生状況

試験礁からテストピースを取り外し、持ち帰り、以下の作業を行った。テストピースの付着生物をすべてそぎ落とし、4種のテストピース別に付着生物の湿重量を測定した。その後、付着生物を10%ホルマリンで固定し、種の同定及び個体数の計数を行った。なお付着生物はテストピース内部の FRP 炭化材及びカキ殻だけではなく、メッシュパイプ表面の個体もすべてそぎ落とし、冷蔵庫で約1ヶ月間乾燥させた後、乾重量を測定し設置前のテストピースの乾燥重量とを比較した。

5. 室内の水槽での FRP 炭化材の付着物試験

200リッター水槽（W56×L78×H46cm）に天然海水を注入して流水状態とし、1分間で10リットルの換水を行った。平成15年9月3日から約1年間、水槽の中にFRP炭化材、鉄板、陶製板をテストピースとしてヒモで吊して海水へ浸漬し、その後付着物を調べた。テストピースは

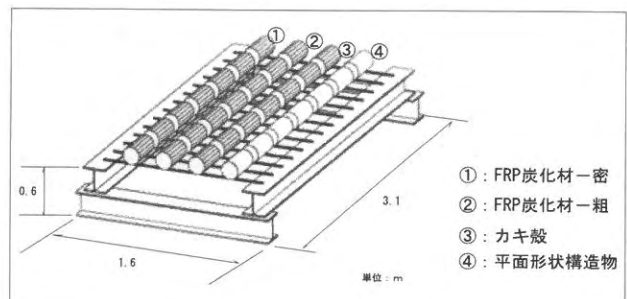


図2 試験礁の構造とテストピースの内訳

炭化 FRP 板30枚（大きさ13×13cm）の他に、比較のため陶製板3枚（大きさ10×10cm）、鉄板3枚（大きさ14×14cm）で月に2度程度の間隔で付着物の重量を測定した。

水槽は実験室内に設置し、照度を魚礁設置水深15～20mの海底に相当する100～500 lx とした。

結果及び考察

1. 第1回目調査（平成16年8月3日）

（1）試験礁の設置状況及び周辺の海底状況

試験礁は、既設の間伐材魚礁の近くに2基設置されており、今後の追跡調査を考慮して、それら間伐材魚礁と試験礁との間にはガイドロープが取り付けられている（図3）。設置状況は、2基とも水平に着底しており、安定的に設置されていた。また、破損、網掛かり等もみられなかった。

試験礁周辺の水深、透視度、底質、海況等の調査結果を表1に示す。

試験礁を設置している箇所の海底はいずれも平坦であり、底質は細砂で、浮泥は試験礁本体にわずか被る程度であった。なお、調査時の天候は晴れ、風力1、波高は0.5mであった。

表1 試験礁周辺の海底状況

試験礁	水深	透視度	底質	浮泥	流速	水温
No. 1	18.5m	4 m	細砂	若干あり	0.3m/s	26.5℃
No. 2						

（2）魚類の出現状況

試験礁で観察された魚種別の出現状況を表2に示す。今回の調査で、魚類は9科13種が出現した。有用種と

表2 出現魚類一覧

目	科	種 名	全長(cm)	尾数
スズキ目	ハタ科	マハタ	15	2
	イサキ科	イサキ	3～5	500
	タイ科	マダイ	10～12	3
	ペラ科	ホシササノハペラ	8～15	5
		ホンペラ	8～15	9
		キュウセン	10～22	23
	アイゴ科	アイゴ	25	1
	ハゼ科	サビハゼ	8～10	14
	ペラギンボ科	クロエリギンボ	18～20	10
カサゴ目	フサカサゴ科	ミノカサゴ	22	1
フグ目	カワハギ科	カワハギ	10～15	11
		ウマヅラハギ	6～8	4
		アミメハギ	2～3	10
出 現 種 数 計			9科	13種



写真1-1 魚類の蟄集状況写真

してはイサキ幼魚が群れをなし、マハタ、マダイ、カワハギ、ウマヅラハギが観察された（写真1-1）。その他の魚類ではアイゴ、ホシササノハペラ、ホンペラ、キュウセン、サビハゼ、クロエリギンボ、ミノカサゴ、アミメハギが観察された。魚類以外では、アオリイカの卵囊が

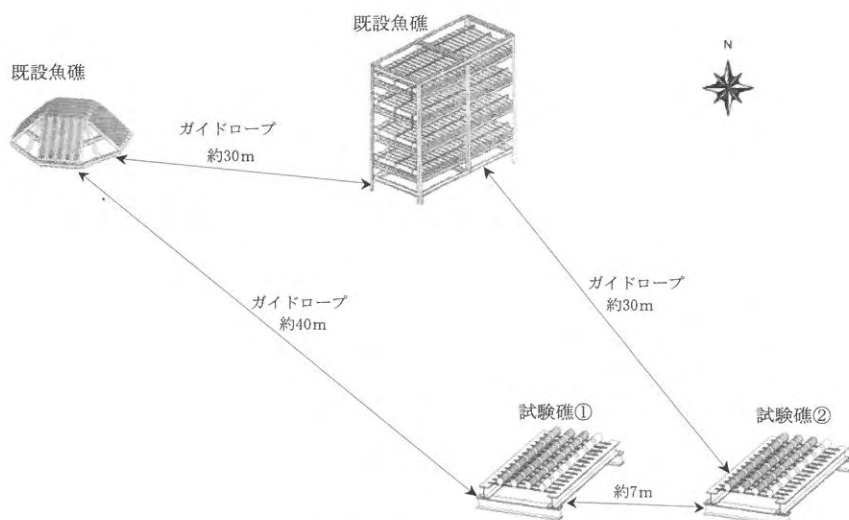


図3 試験礁の設置位置と既設魚礁との位置関係

みられた。

(3) 付着生物の着生状況

試験礁の付着生物は、No1, No2 とともに大きな差はみられず、サンカクフジツボを主体とするフジツボ類がほぼ全面に着生していた。さらに、その上面にはヒドロ虫

類がほぼ全面に着生しており、その他にはコケムシ類が観察された。なお、海藻類は観察されなかった。

(4) テストピースへの付着生物の着生状況

回収したテストピースにおける基質別の写真を（写真2-1～2-4）に、付着生物の分類結果を表3に示す。

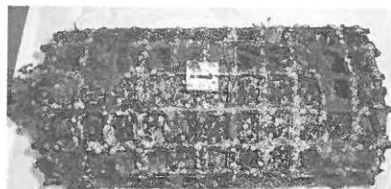


写真2-1 FRP炭化材-密



写真2-2 FRP炭化材-粗



写真2-3 カキ殻



写真2-4 平面形状構造物

表3 付着生物の分類・同定結果

門	綱	目	科	種 名	FRP 炭化材-密		FRP 炭化材-粗		カキ殻		平面形状構造物	
					個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量
刺胞動物門	ヒドロ虫綱			ヒドロ虫綱の1種	—	+	—	+	—	+	—	+
扁形動物門	渦虫綱	多岐腸目		ヒラムシ亜目の1種	1	+	6	0.07	14	0.27	24	0.38
触手動物門	苔虫綱	唇口目	ツノマタコケムシ科	ツノマタコケムシ科の1種	—	3.65	—	3.97	—	—	—	—
			フサコケムシ科	フサコケムシ	—	—	—	0.69	—	—	—	—
			チゴケムシ科	チゴケムシ科の1種	—	2.46	—	4.62	—	0.52	—	0.93
			ツノコケムシ科	ツノコケムシ科の1種	—	—	—	—	—	1.21	—	—
			アミコケムシ科	アミコケムシ科の1種	—	5.94	—	7.93	—	1.64	—	—
				唇口目の1種	—	2.93	—	1.46	—	0.63	—	0.21
軟体動物門	腹足綱	中腹足目	カリバガサガイ科	シマメノウフネガイ	—	—	—	—	1	0.05	—	—
			ザクロガイ科	ザクロガイ科の1種	—	—	—	—	1	0.02	—	—
		新腹足目	アキガイ科	カゴメガイ	—	—	—	—	5	1.64	—	—
				アキガイ科の1種	—	—	—	—	1	0.25	2	0.36
			タモトガイ科	ムギガイ	—	—	3	1.27	9	0.97	—	—
		異腹足目	イトカケガイ科	ネジガイ	—	—	—	—	1	0.08	—	—
		イガイ目	イガイ科	ムラサキイガイ	1	0.92	6	3.58	14	8.89	—	—
				マメヒバリガイ	9	0.21	8	0.21	11	0.35	—	—
				タマエガイ	1	0.01	1	0.01	2	0.03	—	—
		ウグイスガイ目	イタヤガイ科	アズマニシキガイ	3	0.49	3	1.66	6	1.99	—	—
				イタヤガイ科の1種	—	—	—	—	1	0.23	—	—
			ミノガイ科	ユキミノガイ科の1種	15	3.01	14	4.16	4	3.96	—	—
		マルスダレガイ目		マルスダレガイ目の1種	—	—	1	0.13	—	—	—	—
		オオノガイ目	キヌマトイガイ科	キヌマトイガイ	3	0.08	4	0.28	3	1.43	1	+
環形動物門	多毛綱			ゴカイ類	35	1.38	44	0.92	12	0.38	18	0.14
節足動物門	顎脚綱	無柄目	フジツボ科	サンカクフジツボ	1,172	92.45	2,182	212.41	2,412	218.33	2,480	175.26
		端脚目		ヨコエビ亜目の1種	964	2.98	743	1.77	856	2.04	1054	3.56
				ワレカラ亜目の1種	5	+	34	+	28	+	42	+
		十脚目	サラサエビ科	サラサエビ科の1種	3	0.24	12	4.11	9	1.39	—	—
			テッポウエビ科	テッポウエビ科の1種	4	2.43	1	0.23	1	0.06	—	—
				エビ類	61	1.15	62	1.18	132	3.41	8	0.05
			ヤドカリ科	ヤドカリ科の1種	2	0.05	1	0.01	1	0.03	—	—
			コシオリエビ科	コシオリエビ科の1種	13	0.58	7	0.34	15	0.74	1	0.01
			カニダマシ科	カニダマシ科の1種	33	1.37	21	1.02	31	1.51	4	0.08
				カニ類	13	3.29	12	6.19	8	4.32	2	+
棘皮動物門	クモヒトデ綱			クモヒトデ綱の1種	1	+	—	—	—	—	—	—
脊索動物門	ホヤ綱	ホンウニ目	サンショウウニ科	サンショウウニ科の1種	—	—	4	0.63	7	1.63	—	—
		マメボヤ目	ナツメボヤ科	ナツメボヤ科の1種	7	11.67	1	1.11	2	1.43	—	—
		マボヤ目	シロボヤ科	シロボヤ科の1種	1	2.15	—	—	—	—	—	—
小 計					2,347	139.44	3,170	259.96	3,587	259.43	3,636	180.98
出 現 種 数 小 計					26	—	28	—	32	—	14	—
海 藻 類	緑色植物門	緑藻綱	シオグサ目	シオグサ科	—	—	—	—	—	—	—	+
	不等毛植物門	褐藻綱	カヤモノリ目	カヤモノリ科	—	—	—	—	—	—	—	+
	紅色植物門	紅藻綱	イギス目	イギス科	—	+	—	—	—	—	—	+
				イギス科の1種	—	—	—	—	—	—	—	+
				イギス目の1種	—	—	—	—	—	—	—	—
				フジマツモ科	—	—	—	—	—	—	—	—
小 計					—	+	—	+	—	+	—	+
出 現 種 数 小 計					2	—	1	—	1	—	4	—
合 計					2,347	139.44	3,170	259.96	3,587	259.43	3,636	180.98
出 現 種 数 合 計					28	—	29	—	33	—	18	—

注) 単位は湿重量 g, +記号は0.01 g未満を示し, 計には含まれていない。-記号は群体性種の出現を示す。

付着動物は、全体ではコケムシ類6種、腹足類6種、二枚貝類8種、甲殻類（顎脚綱と軟甲綱）10種、ホヤ類2種、その他5種の計37種が出現した。基質別の出現種数は、カキ殻が最も多く32種、次いで FRP 炭化材-粗28種、FRP 炭化材-密26種、円柱状コンクリート塊（写真、表中の平面形状構造物に同じ。）14種の順であった。出現個体数は、2,347～3,636個体であり、円柱状コンクリート塊、カキ殻で多かった。また、湿重量は139.44～259.96 gでカキ殻、FRP 炭化材-粗で多く、円柱状コンクリート塊、FRP 炭化材-密でやや少なかった。

全体的には、出現個体数、湿重量ともにサンカクフジツボが多く、また出現個体数ではヨコエビ亜目の1種、エビ類の十脚類もやや多かった。

一方、海藻類は緑藻類1種、褐藻類1種、紅藻類4種の計6種が出現し、円柱状コンクリート塊が5種と最も多かったが、いずれも量的には少なかった。

次に、付着生物をそぎ落とし、乾燥させたテストピース No1 の重量を計測し、設置前の重量とあわせて表4に示した。炭化材-密は106 g、FRP 炭化材-粗は100 g、カキ殻は10 g、円柱状コンクリート塊は251 gそれぞれ増加であった。

表4 各テストピースの重量

	設置前重量(g)	設置後重量(g)
FRP 炭化材-密	1,390	1,496
FRP 炭化材-粗	1,090	1,190
カキ殻	1,256	1,266
平面形状構造物	11,950	12,201

2. 第2回目調査（平成16年10月18日）

（1）試験礁の設置状況及び周辺の実地状況

試験礁は第1回目の調査と同様2基とも水平に安定しており、設置状況は良好であった。

試験礁周辺の水深、透視度、底質、海況等の調査結果を表5に示す。

表5 試験礁周辺の海底状況

試験礁	水深	透視度	底質	浮泥	流速	水温
No.1	18.5m	2 m	細砂	若干あり	0.2m/s	21.0℃
No.2						

試験礁を設置している箇所の海底はいずれも平坦であり、底質は細砂で、浮泥は試験礁上面でわずかに認められた。なお、調査時の天候は晴れ、風力1、波高は0.5 mであった。

（2）魚類の集集状況

試験礁における出現魚類一覧を表6に示す。

今回の調査で魚類は、全体で6科7種が出現した。有用種としてはマハタ、カワハギがみられた。その他の魚類では、ネンブツダイ幼魚の群れ、コショウダイ、コロダイ、キュウセン、ニジギンボが観察された。

表6 出現魚類一覧

目	科	種名	平成16年10月18日	
			全長(cm)	尾数
スズキ目	ハタ科	マハタ	5	2
	テンジクダイ科	ネンブツダイ	4～5	100
	イサキ科	コショウダイ	20～25	6
		コロダイ	17	1
	ベラ科	キュウセン	15～20	6
	イソギンボ科	ニジギンボ	5	5
フグ目	カワハギ科	カワハギ	10～20	20
出現種数計			6科	7種

（3）付着生物の着生状況

試験礁の付着生物は、前回調査同様 No1、No2 ともに大きな差はみられず、フジツボ類とヒドロ虫類が全面に着生しており、前回の調査時に比較するとヒドロ虫類が増加していた。その他、コケムシ類、シロボヤ科の1種等が観察される程度であり、海藻類は観察されなかった。移動性の動物では、イトマキヒトデと周辺の砂場でスナイソギンチャクが散見された。

（4）テストピースにおける付着生物の着生状況

回収したテストピースにおける基質別の写真を（写真3-1～3-4）に、付着生物の分類結果を表7に示す。

付着動物は、全体ではコケムシ類7種、腹足類3種、二枚貝類10種、甲殻類（顎脚綱と軟甲綱）13種、ホヤ類4種、その他8種の計44種が出現した。基質別の出現種数は、FRP 炭化材-粗が最も多く35種、次いでカキ殻が34種、FRP 炭化材-密30種、円柱状コンクリート塊（写真、表中の平面形状構造物に同じ。）15種の順であった。出現個体数は、1,556～2,671個体であり、FRP 炭化材-粗、FRP 炭化材-密、カキ殻、円柱状コンクリート塊の順であった。湿重量は274.80～299.44 gで大きな差はみられず、円柱状コンクリート塊、FRP 炭化材-粗、カキ殻、FRP 炭化材-密の順であった。

全体的には、出現個体数、湿重量ともにサンカクフジツボが多く、この他多毛類、エビ類もやや多かった。

一方、海藻類は紅藻類4種が出現し、FRP 炭化材-密では3種と最も多かったが、いずれのテストピースも量的には少なかった。

次に、付着生物をそぎ落とし、乾燥させたテストピース No2 の重量を計測し、設置前の重量とあわせて表8

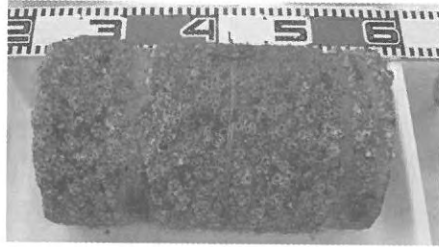


写真3-1 FRP炭化材-密

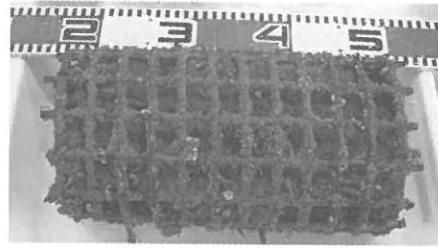


写真3-2 FRP炭化材-粗

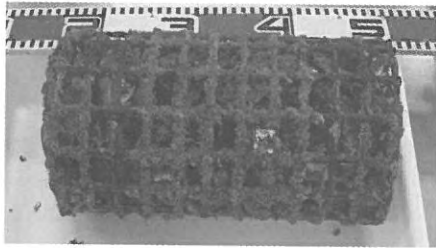


写真3-3 カキ殻

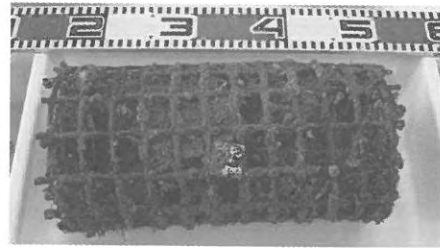


写真3-4 平面形状構造物

表7 付着生物の分類・同定結果

門	綱	目	科	種名	FRP炭化材-密		FRP炭化材-粗		カキ殻		平面形状構造物	
					個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量
海綿動物門	尋常海綿綱			尋常海綿綱の1種	—	0.51	—	0.33	—	—	—	—
刺胞動物門	ヒドロ虫綱			ヒドロ虫綱の1種	—	+	—	+	—	+	—	+
扁形動物門	渦虫綱	多岐腸目		ヒラムシ亜目の1種	9	0.08	7	3.21	9	1.17	23	0.55
触手動物門	苔虫綱	管口目	サラコケムシ科	サラコケムシ科の1種	—	—	—	+	—	+	—	—
		管口目	ツノマタコケムシ科	ツノマタコケムシ科の1種	—	—	—	—	—	1.67	—	—
			フサコケムシ科	フサコケムシ科の1種	—	—	—	—	—	+	—	—
			チゴケムシ科	チゴケムシ科の1種	—	0.41	—	0.36	—	2.23	—	0.28
			ツノコケムシ科	ツノコケムシ科の1種	—	—	—	2.01	—	—	—	—
			アミコケムシ科	アミコケムシ科の1種	—	0.08	—	1.41	—	2.85	—	—
			管口目の1種		—	0.29	—	0.54	—	1.65	—	0.04
軟体動物門	腹足綱	中腹足目	カリバガサガイ科	シマメノウフネガイ	1	0.29	1	0.44	4	2.76	—	—
		新腹足目		アタキガイ科の1種	2	1.27	1	0.69	—	—	—	—
			タモトガイ科	ムギガイ	2	0.11	1	0.17	2	0.09	—	—
	二枚貝綱	イガイ目	イガイ科	ムラサキイガイ	—	—	7	5.39	3	3.99	—	—
				マメヒバリガイ	2	0.21	8	0.48	2	0.06	2	0.01
				タマエガイ	4	0.06	5	0.37	1	0.01	1	0.01
		ウグイスガイ目	ウグイスガイ科	ウグイスガイ科の1種	1	0.04	2	0.08	—	—	—	—
			ウミギクガイ科	ウミギクガイ科の1種	—	—	2	0.57	—	—	—	—
			ミノガイ科	ユキミノガイ科の1種	13	8.77	8	7.55	8	9.98	—	—
			イタボガキ科	イタボガキ科の1種	1	0.14	1	0.18	1	0.14	—	—
		マルスダレガイ目		マルスダレガイ目の1種	—	—	1	0.04	—	—	—	—
		オオノガイ目	キヌマトイガイ科	キヌマトイガイ	12	4.24	4	1.26	2	0.66	1	0.11
	頭足綱	八腕形目	マダコ科	マダコ	1	0.22	—	—	—	—	—	—
環形動物門	多毛綱	ケヤリムシ目	カンザシゴカイ科	カンザシゴカイ科の1種	5	0.23	4	0.02	4	0.25	—	—
			ゴカイ類		159	41.04	97	59.79	54	10.23	33	0.73
節足動物門	顎脚綱	無柄目	フジツボ科	サンカクフジツボ	1,928	200.73	2,076	179.52	1,682	218.51	1,289	295.46
				アカフジツボ	1	2.65	—	—	—	—	—	—
	軟甲綱	端脚目		ヨコエビ亜目の1種	51	+	45	+	78	+	34	+
				ワレカラ亜目の1種	3	+	—	—	1	+	—	—
		等脚目	ヘラムシ科	ヘラムシ科の1種	—	—	—	—	—	—	—	—
		十脚目	サラサエビ科	サラサエビ科の1種	—	—	—	—	—	—	1	0.28
			モエビ科	アカシマモエビ	—	—	2	0.01	9	0.93	—	—
			テッポウエビ科	テッポウエビ科の1種	23	3.11	24	4.23	11	3.03	—	—
			エビ類		84	1.66	69	1.46	84	2.56	14	0.09
			ヤドカリ科	ヤドカリ科の1種	9	1.13	1	0.06	1	0.03	—	—
			コシオリエビ科	コシオリエビ科の1種	61	1.07	104	1.26	84	1.91	28	0.35
			カニダマシ科	カニダマシ科の1種	179	2.54	156	2.04	256	5.62	64	0.82
			カニ類		48	2.78	39	2.73	19	0.85	66	0.71
棘皮動物門	クモヒトデ綱			クモヒトデ綱の1種	—	—	1	0.16	2	0.19	—	—
	ウニ綱	ホンウニ目	サンショウウニ科	サンショウウニ科の1種	2	0.36	1	0.09	4	1.46	—	—
脊索動物門	ホヤ綱	マメボヤ目	ウスボヤ科	シロウスボヤ	—	0.78	—	—	—	—	—	—
			ナツメボヤ科	ナツメボヤ科の1種	—	—	3	3.78	3	2.57	—	—
			シロボヤ科	シロボヤ科の1種	—	—	1	0.27	1	0.15	—	—
		マボヤ目		ホヤ綱の1種 (群体ボヤ)	—	—	—	—	—	0.26	—	—
小計					2,601	274.80	2,671	280.50	2,326	275.81	1,556	299.44
出現種数小計					30	—	35	—	34	—	15	—
海	紅色植物門	紅藻綱	イギス目	イギス科	—	+	—	+	—	+	—	+
藻				イギス属の1種	—	+	—	+	—	+	—	+
類				イギス科の1種	—	+	—	+	—	+	—	+
				コノハノリ科の1種	—	+	—	+	—	+	—	+
				フジマツモ科	—	+	—	+	—	+	—	+
小計					—	+	—	+	—	+	—	+
出現種数小計					3	—	3	—	2	—	2	—
合計					2,601	274.80	2,671	280.50	2,326	275.81	1,556	299.44
出現種数合計					48	—	38	—	36	—	17	—

に示した。FRP 炭化材-密は185 g, FRP 炭化材-粗は157 g, カキ殻は95 g, 円柱状コンクリート塊は20 g それぞれ増加であった。

表8 各テストピースの重量

	設置前重量(g)	設置後重量(g)
FRP 炭化材-密	1,471	1,656
FRP 炭化材-粗	1,287	1,444
カキ殻	1,232	1,327
平面形状構造物	12,400	12,420

3. 第3回調査(平成17年2月4日)

(1) 試験礁の設置状況及び周辺の海底状況

試験礁は、洗掘が5 cmほどみられたが、過去の調査時と同様2基とも水平に安定しており、設置状況は良好であった。試験礁周辺の水深、透視度、底質、海況等の調査結果を表9に示す。

表9 試験礁周辺の海底状況

試験礁	水深	透視度	底質	浮泥	流速	水温
No. 1	18.5m	4 m	細砂	若干あり	0.1m/s	12.0℃
No. 2						

試験礁を設置している箇所の海底はいずれも平坦であり、底質は細砂であった。浮泥は足ヒレでかきまわして巻き上がる程度であり、試験礁上面でわずかに認められた。また、試験礁全体に砂がわずかに被っていた。なお、調査時の天候は雨のち曇り、風力1、波高は1.0mであった。

(2) 魚類の蛸集状況

試験礁における出現魚類一覧を表10に示す。

今回の調査で魚類は、2科2種が出現し、マハタ、イトベラのみであった。冬季で低水温のためか、出現種は少なかった。

表10 出現魚類一覧

目	科	種名	平成17年2月4日	
			全長(cm)	尾数
スズキ目	ハタ科	マハタ	8	1
	ベラ科	イトベラ	12	1
出現種数計			2科	2種

(3) 付着生物の着生状況

試験礁の付着生物は、No1, No2 ともに大きな差はみられず、全面にフジツボ類が付着しているが死殻がやや多く、その表面にはヒドロ虫類が着生していた。前回の調査時に比較するとヒドロ虫類が増加していた。その他、コケムシ類、シロボヤ科の1種等が観察され、海藻類は

イギス類が観察された。移動性の動物では、イトマキヒトデが散見され、他に周辺の砂場でイソギンチャク目の1種、チャイロホウキボシがみられ、探索用のガイドロープにコウイカ類の卵囊が着生していた。

(4) テストピースにおける付着生物の着生状況

回収したテストピースにおける基質別の写真を(写真4-1~4-4)に、付着生物の分類・同定結果を表11に示す。

付着動物の出現個体数は1,621~2,954個体であり、カキ殻、円柱状コンクリート塊(写真、表中では平面形状構造物)、FRP 炭化材-密、FRP 炭化材-粗の順であった。湿重量は296.10~565.20 gで、カキ殻、円柱状コンクリート塊が多く、FRP 炭化材-密、FRP 炭化材-粗では少なかった。

全体的には、過去の調査時と同様に出現個体数、湿重量ともにサンカクフジツボが多く、エビ類、ゴカイ類もやや多かった。海藻類は、紅藻類6種が出現し、FRP 炭化材-粗、カキ殻が4種、FRP 炭化材-密、円柱状コンクリート塊が2種であり、いずれのテストピースも量的には少なかった。

次に、付着生物をそぎ落とし、テストピース No3 の重量を計測し、設置前の重量とあわせて表12に示した。

表12によると、FRP 炭化材-密は113 g 増、FRP 炭化材-粗は101 g 増、カキ殻は97 g 増、円柱状コンクリート塊は219 g 増であった。

表12 各テストピースの重量

	設置前重量(g)	設置後重量(g)
FRP 炭化材-密	1,542	1,655
FRP 炭化材-粗	1,160	1,261
カキ殻	1,118	1,215
平面形状構造物	11,900	12,129

付着生物の単位面積あたり着生量を比較のため、それぞれの付着基質について表面積を求めた。各基質が充填されているメッシュパイプは直径15cm、長さ30cmであるので片面1,413cm²であり、表裏の両面では2,826cm²となる。また、上下の表裏は合計706.5cm²である。しかし、これには穴が開いているため、基質部が全面積の1/5とすると表面積は約700cm²となる。カキ殻基質(テストピース)は個当たり約70cm²(両面)なので、メッシュパイプ内には50個が充填されており、カキ殻の表面積は約3,500cm²となる。したがって、メッシュパイプとの合計は4,200cm²である。

FRP 炭化材(テストピース)は、片面の面積が630cm²で重量は207 g (1ヶ月乾燥させた重量)である。1ヶ



写真4-1 FRP炭化材-密



写真4-2 FRP炭化材-粗



写真4-3 カキ殻

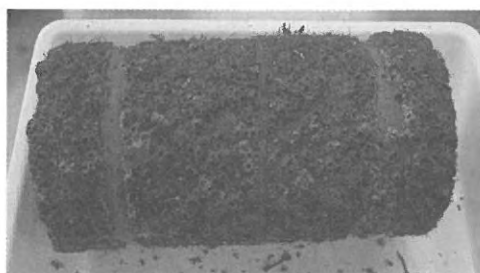


写真4-4 平面形状構造物

表11 付着生物の分類・同定結果

門	綱	目	科	種 名	FRP炭化材-密		FRP炭化材-粗		カキ殻		平面形状構造物	
					個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量
付着動物	海綿動物門	石灰海綿綱	毛窓海綿目	ケツボカイメン科	ケツボカイメン科の1種	—	0.78	7	1.29	5	1.19	—
					尋常海綿綱の1種	—	0.25	—	0.13	—	0.34	0.26
	刺胞動物門	ヒドロ虫綱			ヒドロ虫綱の1種	—	0.25	—	0.13	—	0.19	0.06
	扁形動物門	渦虫綱	多岐腸目		ヒラムシ亜目の1種	5	1.53	7	0.46	12	2.81	56
	触手動物門	苔虫綱	唇口目	ツノマタコケムシ科	ツノマタコケムシ科の1種	—	0.38	—	0.09	—	0.17	—
				フサコケムシ科	フサコケムシ	—	—	—	0.45	—	—	—
				チゴケムシ科	チゴケムシ科の1種	—	0.35	—	0.25	—	0.11	0.54
				アミコケムシ科	アミコケムシ科の1種	—	0.43	—	2.36	—	—	—
				唇口目の1種	—	0.75	—	0.77	—	0.52	—	0.38
	軟体動物門	腹足綱	中腹足目	カリバガサガイ科	シマメノウフネガイ	1	0.66	—	—	—	—	—
			新腹足目	アキガイ科	カゴメガイ	2	2.21	1	0.82	2	2.03	—
				タモトガイ科	ムギガイ	2	1.51	—	—	1	0.21	1
		二枚貝綱	イガイ目	イガイ科	ムラサキイガイ	1	0.75	1	0.42	—	—	+
					ヒバリガイ	9	1.76	8	2.08	3	1.24	1
					マメヒバリガイ	1	0.01	2	0.03	3	0.06	2
					タマエガイ	2	0.04	1	0.01	2	0.04	1
			ウグイスガイ目	ウグイスガイ科	ウグイスガイ科の1種	5	0.71	3	0.18	—	1	0.01
				イタヤガイ科	イタヤガイ科の1種	—	—	1	0.24	—	—	—
				ウミギクガイ科	ウミギクガイ科の1種	2	1.89	—	—	—	—	—
				ミノガイ科	ユキミノガイ科の1種	4	6.65	3	11.98	1	1.86	—
				イタボガキ科	イタボガキ科の1種	2	0.51	1	0.14	7	0.87	2
		マルスダレガイ目			マルスダレガイ目の1種	1	0.02	2	0.05	1	0.06	0.09
		オオノガイ目	キヌマトイガイ科	キヌマトイガイ	9	3.06	11	3.99	2	1.19	1	0.02
		頭足綱	八腕形目	マダコ科	マダコ科の1種	—	—	—	—	1	0.32	—
	環形動物門	多毛綱		ゴカイ類	ゴカイ類	92	19.86	121	21.82	49	10.67	46
	節足動物門	頭脚綱	無柄目	フジツボ科	サンカクフジツボ	1,236	295.14	928	231.66	1,652	475.35	2,176
		軟甲綱	端脚目		ヨコエビ亜目の1種	86	0.07	296	0.23	784	1.83	422
海 藻 類					フレカラ亜目の1種	—	—	2	+	4	0.01	0.68
					アカシマモエビ	—	—	1	0.05	6	0.89	—
			十脚目	モエビ科	モエビ科	—	—	—	—	—	—	—
				テッポウエビ科	テッポウエビ科の1種	1	2.15	2	4.52	7	3.83	1
					エビ類	43	2.65	52	3.12	51	3.36	2
					ヤドカリ科	8	2.95	2	0.62	—	—	1
					コシオリエビ科	109	2.52	59	1.41	104	2.87	72
					カニダマシ科	68	1.71	55	1.57	193	6.29	1.32
					カニ類	69	5.19	52	4.96	58	4.39	123
					クモヒトデ綱の1種	2	0.22	2	0.32	—	—	1.92
	棘皮動物門	クモヒトデ綱			シロウスボヤ	—	0.09	—	0.02	—	0.77	+
	脊索動物門	ホヤ綱	マメボヤ目	ウスボヤ科	ウスボヤ科	—	—	1	0.06	—	—	—
					ナツメボヤ科	3	1.33	—	—	2	2.62	—
					マボヤ目	2	0.51	—	—	4	6.32	2
					シロボヤ科	—	—	—	—	—	—	0.14
海 藻 類	小 計				1,765	358.64	1,621	296.10	2,954	532.41	2,910	565.20
	出 現 種 数 小 計				33	—	33	—	30	—	22	—
	紅色植物門	紅藻綱	スギノ目	イワノカワ科	エツキイワノカワ	—	—	—	0.08	—	+	—
					マサゴシバリ目	—	—	—	—	—	—	—
					イギス目	—	0.03	—	—	—	—	—
					コノハノリ科	—	+	—	0.03	—	0.01	+
海 藻 類	小 計				—	—	—	—	—	—	—	—
	出 現 種 数 小 計				—	0.03	—	0.11	—	0.01	—	+
	合 計				1,765	359	1,621	296	2,954	532	2,910	565
	出 現 種 数 合 計				35	—	37	—	34	—	24	—

注) 単位は湿重量 g, +記号は0.01 g未満を示し, 計には含まれていない。-記号は群体性種の出現を示す。

月間乾燥させた炭化材の重量は、平均で設置前重量の9.6%増であったため、これを考慮すると設置前重量は189gと計算される。しかし、表裏の両面でも重量は変わらないので表面積1,260cm²が189gとなる。したがって、1cm²当り0.15gと計算される。表13より、乾燥重量の平均値は、FRP-密が1.508g、FRP-粗は1.111gであるので、面積換算するとFRP-密は約8,700cm²、FRP-粗は約6,100cm²となる。そこで、メッシュパイプとの合計ではFRP-密は9,400cm²、FRP-粗は6,800cm²となる。

円柱状コンクリート塊は直径15cm、長さ30cmなので、1400cm²である。

以上より求めた各テストピースの表面積算定結果を、まとめて表14に示す。表14と表3、7、11を用いて、調査毎に各テストピースの個体数及び湿重量を算定して表15、16に示す。表15によれば、個体数は、0.2～2.6個体/cm²の範囲で、いずれの調査でも円柱状コンクリート塊が多かった。湿重量は0.01～0.40g/cm²の範囲で、円柱状コンクリート塊が多く、FRP炭化材-密は少なかった。

これらの算定結果は、分類結果をみると付着生物のうちフジツボ類が多く、円柱状コンクリート塊ではこれが個体数と湿重量に占める割合が高かったためと推測される。

4. スキューバ潜水調査のまとめ

試験礁はいずれも平坦な海底に水平に着底しており、着底状況は良好で、網掛かりや破損等もみられなかった。

今までの3回の調査で出現した魚類は、全体で11科18種であった。有用種としては、マハタ、イサキ、マダイ、カワハギ、ウマヅラハギ、コショウダイが観察された。魚類以外ではアオリイカの卵囊塊がみられた(表17)。試験礁の設置場所が水深18.5mの浅海であるため、全長20cm以下の小型個体が大部分を占めており、特に8月には全長5cm程度のイサキ幼魚、10月にもほぼ同じ大きさのネンブツダイ幼魚が多数群れていた。試験礁に隣接する別の人工魚礁ではマアジやメバルなどの魚種も見られたが、試験礁の高さと広がりがある通常の魚礁に比べて非常に小さいため、出現個体の種類数が少なかったと思われる。季節で

表13 設置前のFRP炭化材の乾燥重量

No.	FRP炭化材-密(g)	FRP炭化材-粗(g)
1	1,390	1,090
2	1,471	1,287
3	1,542	1,160
4	1,764	942
5	1,380	1,024
6	1,378	1,142
7	1,647	1,027
8	1,476	946
9	1,662	1,310
10	1,642	1,196
11	1,473	1,135
12	1,587	1,059
13	1,188	1,131
平均	1,508	1,111

表14 各テストピースの表面積算定結果

テストピース	FRP炭化材-密	FRP炭化材-粗	カキ殻	平面形状構造物
表面積(cm ²)	9,400	6,800	4,200	1,400

表15 各テストピース別の個体数算定結果

内 訳	FRP炭化材-密	FRP炭化材-粗	カキ殻	平面形状構造物
	個体数	個体数	個体数	個体数
平成16年8月3日	2,347	3,170	3,587	3,636
個体数/cm ²	0.2	0.5	0.9	2.6
平成16年10月18日	2,601	2,671	2,326	1,556
個体数/cm ²	0.3	0.4	0.6	1.1
平成17年2月4日	1,765	1,621	2,954	2,910
個体数/cm ²	0.2	0.2	0.7	2.1

表16 各テストピース別の湿重量算定結果

内 訳	FRP炭化材-密	FRP炭化材-粗	カキ殻	平面形状構造物
	湿重量	湿重量	湿重量	湿重量
平成16年8月3日	139.44	259.96	259.43	180.98
湿重量(g)/cm ²	0.01	0.04	0.06	0.13
平成16年10月18日	274.80	280.50	275.81	299.44
湿重量(g)/cm ²	0.03	0.04	0.07	0.21
平成17年2月4日	358.64	296.1	532.41	565.2
湿重量(g)/cm ²	0.04	0.04	0.13	0.40

表17 出現魚類一覧

目	科	種 名	平成16年8月3日		平成16年10月18日		平成17年2月4日	
			全長(cm)	尾数	全長(cm)	尾数	全長(cm)	尾数
スズキ目	ハタ科	マハタ	15	2	5	2	8	1
	テンジクダイ科	ネンブツダイ			4～5	100		
	イサキ科	イサキ	3～5	500				
		コショウダイ			20～25	6		
		コロダイ			17	1		
	タイ科	マダイ	10～12	3				
	ベラ科	ホシササノハベラ	8～15	5				
		イトベラ					12	1
		ホンベラ	8～15	9				
		キュウセン	10～22	23	15～20	6		
	アイゴ科	アイゴ	25	1				
	ハゼ科	サビハゼ	8～10	14				
	ベラギンボ科	クロエリギンボ	18～20	10				
	イソギンボ科	ニジギンボ			5	5		
カサゴ目	フサカサゴ科	ミノカサゴ	22	1				
フグ目	カワハギ科	カワハギ	10～15	11	10～20	20		
		ウマヅラハギ	6～8	4				
		アミメハギ	2～3	10				
出現種数計			9科	13種	6科	7種	2科	2種

比較すると、夏（8月3日）が最も多く9科13種、次いで秋（10月18日）の6科7種、冬（2月4日）の2科2種の順であった。

試験礁の全体の付着生物は、3回の潜水観察で No1, No2 で大きな差はみられず、フジツボ類が全面を覆って、その表面にヒドロ虫類が着生していた。調査を重ねていくにつれて、ヒドロ虫類がやや増加し、鏑も観察された。また、第3回目調査時はフジツボ類が一面に付着していたが、死殻がやや多かった。その他の付着生物では、第1回目調査時にはコケムシ類のみであったが、第3回目調査ではシロボヤ科の1種、海藻類はイギス類が観察された。さらに、移動性の動物では、イトマキヒトデ等も散見された。

テストピースの付着動物の調査結果については図4に示す。付着動物の出現個体数は、いずれのテストピースでもフジツボ類が多く、ゴカイ類、エビカニ類もやや多かった。

湿重量では、差はみられるものの増加の傾向を示しており、特に第3回目調査のカキ殻、コンクリート塊ではフジツボ類の増加が目立った。全体的に、出現個体数、湿重量ともにサンカクフジツボが多く、いずれも全体の50%以上を占めていた。餌料生物となる付着動物が豊富になることは、多くの魚種にとって好適な生息環境を提供するものと考えられる。

付着動物はサンカクフジツボ（無柄目フジツボ科）が個体数、湿重量ともに圧倒的に多く、3回の調査においては全基質で全体の半分以上を占めた。10月の調査では8月と比べてフジツボ類の出現個体数が減少し、湿重量が増加した基質が多かったが、発生初期に多量に着生した個体のうち生存した個体が成長したためと考えられる。2月には紅藻類6種が付着していた。基質別には、8月の調査では付着生物の種類数がカキ殻32種>FRP粗28種>FRP密26種>コンクリート塊14種、個体数はコンクリート塊>カキ殻>FRP粗>FRP密、湿重量はFRP粗>カキ殻>コンクリート塊>FRP密であった。また、10月の調査では付着生物の種類数がFRP粗35種>カキ殻34種>FRP密30種>コンクリート塊15種であった。個体数はFRP粗>FRP密>カキ殻>コンクリート塊、湿重量はコンクリート塊>FRP粗>カキ殻>FRP密であった。試験礁を設置して5ヶ月後（8月）及び7ヶ月後（10月）にはFRP炭化材（粗）、FRP炭化材（密）ともに他の既存の魚礁材2種に匹敵する効果をあげている。2月の調査では付着生物の種類数がFRP粗37種>FRP密35種>カキ殻34種>コンクリート塊24種であった。また、個体数では、カキ殻>コンクリート塊>FRP

炭化材密>FRP炭化材粗、湿重量はカキ殻>コンクリート塊>FRP炭化材密>FRP炭化材粗であった。コンクリート塊は種類数が少なく、フジツボ類の付着が優先し、個体数や湿重量が多くなっている。しかし、フジツボ類は餌として直接利用する魚種（イシダイ、カワハギなど）が少なく低利用であるため、その価値は他の付着生物に劣る。従って、基質別の評価としてはフジツボを除いて比較すると、FRP炭化材（粗）が8月にはカキ殻に劣るものの10月にはそれを上回り最も付着効果が高かった。3月には両者は同程度であった。4種の基質を1年間で比較するとFRP炭化材粗=カキ殻 $\geq$ FRP炭化材密>コンクリート塊であった。今後も継続して比較する必要がある。

魚類による付着生物の利用については知見が乏しく、潜水調査や魚類の胃内容物調査により断片的に報告されている。しかし、魚類による付着生物の捕食を防ぐ目的で金網により囲った付着板と、金網で囲っていない対照の付着板とで、付着物の強熱減量の比較試験を行った結果では、前者は3ヶ月で後者の2倍、6ヶ月で3倍になり、その種類にはカニ類、エビ類、多毛類、端脚類等の魚類が好む寺領が多く見られた。このことから、金網で囲っていない付着板に着生した生物の多くは魚類によって捕食されたと考えられた（宇都宮 1957）。このことから、付着生物の餌料となる付着動物が豊富になることは、多くの魚種にとっても好適な生息環境を提供していると考えられる。既往知見から今回着生したヨコエビ類、エビ類などの軟甲類やゴカイなどの多毛類、二枚貝類はイサキ、マダイ、カワハギ、ウマヅラハギなどが餌料として利用していると思われる。

5. 室内の水槽での FRP 炭化材の付着物試験

試験開始1ヶ月後には珪藻類（コスキノディスクス、レプレシンドルス、キートセロスなど）がかなり付着していた。赤く光った部分がクロロフィルであり生きた珪藻を示していた。その後は図5に示すように1cm²当たり0.2gの増重であった。陶製板、鉄板ともに80日を過ぎて重量が変化し、珪藻が付着していた。なお、鉄板の重量減少は鉄の溶出が原因と考えられる。テストピースの表面は130日後では、珪藻及び浮泥の付着が僅かに見られ、3種のテストピースの増重量を200日後で比較すると、FRP板は0.2g/cm²、陶製板が0.15g/cm²で、鉄板は珪藻の付着が見られたものの、0.01g/cm²程度で小さかった。その後FRP板、陶製板については付着量が減少した。これはその後水温が上昇したにもかかわらず、室内の照度が最高でも100lxと水深30mに相当する明る

さしかなかったため、このような水深では、照度不足が原因で生物の付着も進まないものと考えられた。このことから、FRP炭化材の設置水深は、今回の調査のように20m以浅であることが望ましいと考えられた。

参考文献

水産庁監修 沿岸漁場整備開発事業 人工魚礁漁場造成計画指針・平成12年度版 (社)全国沿岸漁業振興開発協会

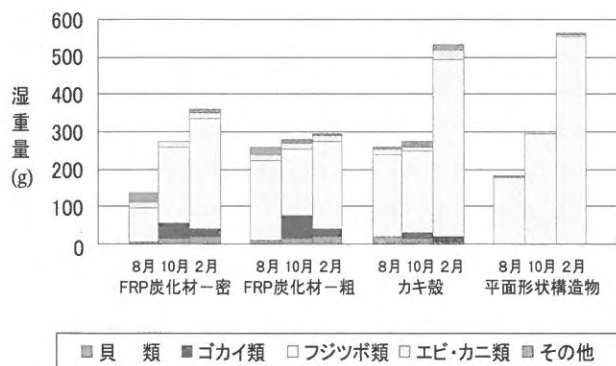
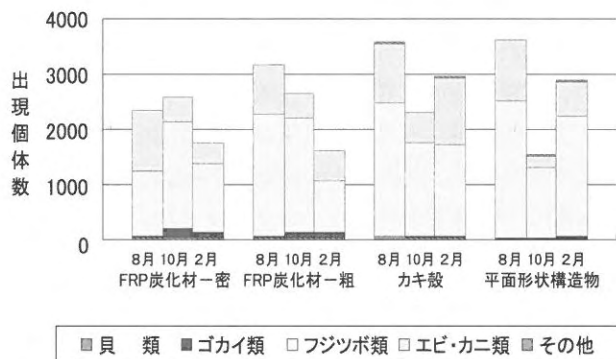
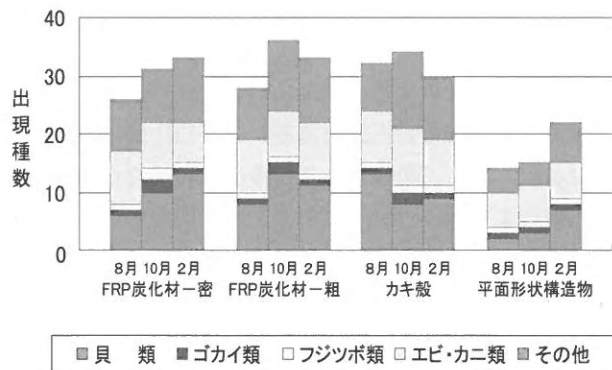


図4 付着生物の変化 (テストピース1個あたり)

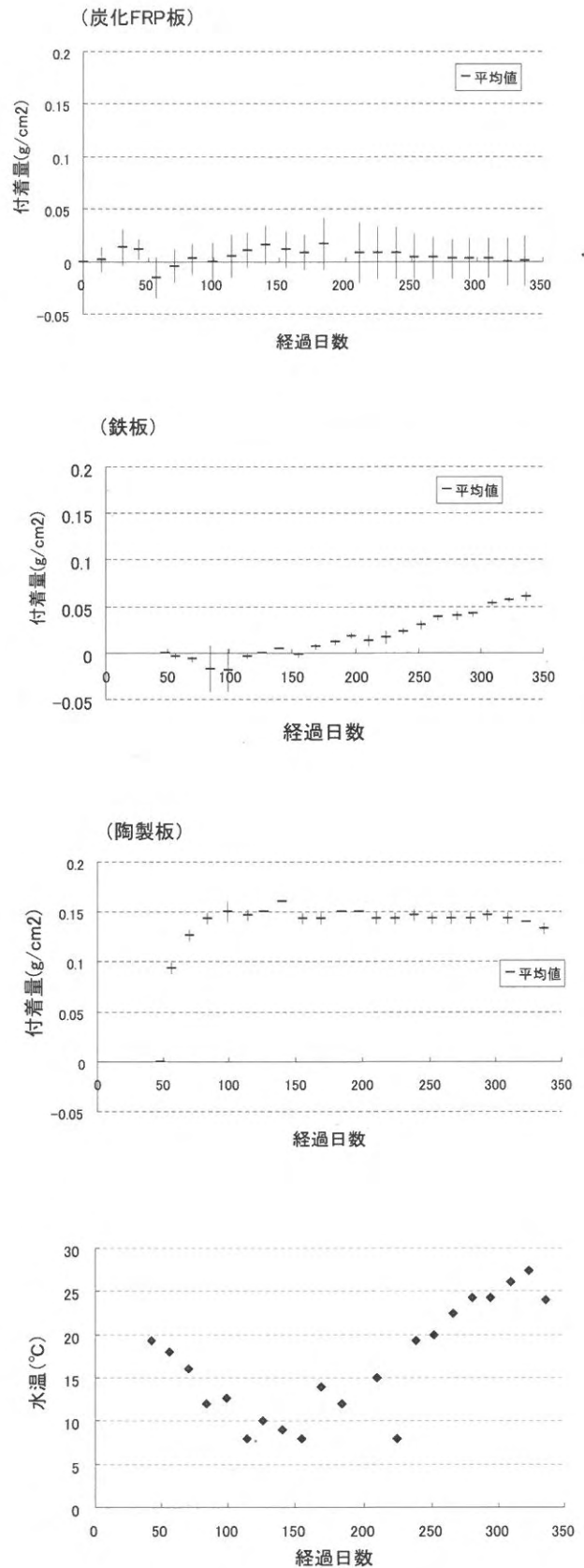


図5 室内水槽での付着物試験