

鉄鋼スラグ藻場礁調査

日高 研人・森 慎也・後川 龍男・内藤 剛・林 宗徳

福岡県北九州市若松区響灘一丁目地先(以下、関門地区という)および小竹地先(以下、脇之浦地区という)において、鉄鋼スラグによる基質を用いた藻場礁が試験的に造成された。試験に使用された基質は、鉄鋼スラグを主原料とした「ビバリーロック」、鉄鋼スラグと腐植土が封入された「ビバリーボックス」、比較対照として「ワーロック」「自然石」の4種類である。

本調査は、ビバリーロックやビバリーボックスの藻場造成基質としての適性を検討するために、各基質における海藻の着生状況や有用動物の生息状況を調べた。

方 法

1. 関門地区

設置されている3ヶ所の藻場礁で平成25年5月31日、平成26年3月9日(以下、5月調査、3月調査とする)に実施した(図1)。各藻場礁の配置、設置時期、設置水深、基質を図1と表1に示した。

各藻場礁において、それぞれ定線を設定し、各定線で110m、100mおよび10mの側線を敷設した。各側線に沿って海藻の生育状況および有用動物の生息状況を調査した。以下に項目別の調査方法を示す。

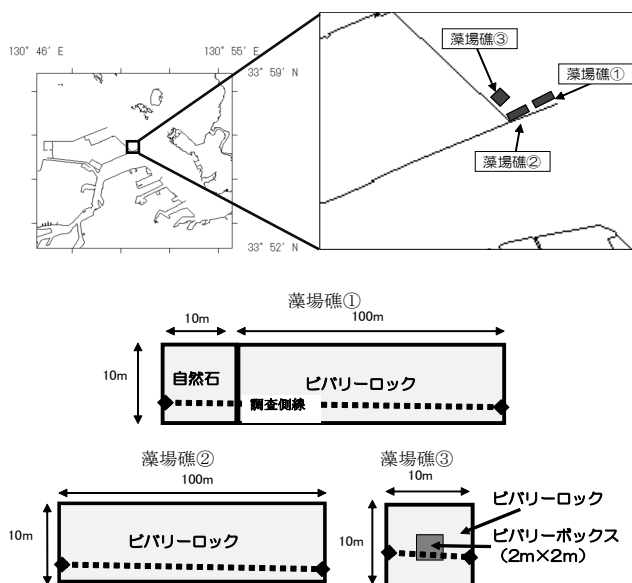


図1 関門地区における各藻場礁の設置場所と設置位置

1) 海藻の生育状況

側線に沿って出現する海藻種、被度を記録する。被度については大型海藻類、小型海藻類、無節サンゴモ、固着動物、その他(裸地・砂地等)の5区分に分け、それぞれを記録した。枠取り調査は、側線上の任意の箇所において50cm×50cm方形枠内に生育する海藻類を採取し、種名と種別の湿重量を調べる。

2) 有用動物の生息状況

有用動物は側線×1mの範囲で枠取り観察を行い、個体数と大きさを記録する。なお有用動物はアワビ類、サザエ、ウニ類、マナマコを主な観察対象とした。

表1 関門地区における各藻場礁の設置時期、基質

地区	藻場礁	設置時期	設置水深	基質	備考
関門	藻場礁①	平成23年2月	6m	ビバリーロック	ビバリーロックと自然石を隣接して設置
				自然石	両基質にツルアラメの種糸を巻いたミニストーンが設置
	藻場礁②	平成23年11月	6m	ビバリーロック	
	藻場礁③	平成23年11月	5m	ビバリーボックス	ビバリーボックスの周辺にビバリーロックが設置
				ビバリーロック	

2. 脇之浦地区

設置されている2ヶ所の藻場礁で平成25年6月4日、平成26年3月8日(以下、6月調査、3月調査とする)に実施した(図2)。各藻場礁の配置、設置時期、設置水深及び基質を図2と表2に示した。以下に項目別の調査方法を示す。

1) 海藻の生育状況

側線に沿って出現する海藻種、被度を記録する。被度については大型海藻類、小型海藻類、無節サンゴモ、固着動物、その他(裸地・砂地等)の5区分に分け、それぞれを記録した。枠取り調査は、側線上の任意の箇所において50cm×50cm方形枠内に生育する海藻類を採取し、種名と種別の湿重量を調べる。

2) 有用動物の生息状況

有用動物は側線×1mの範囲で枠取り観察を行い、個体数と大きさを記録する。なお有用動物はアワビ類、サザエ、ウニ類、マナマコを主な観察対象とした。

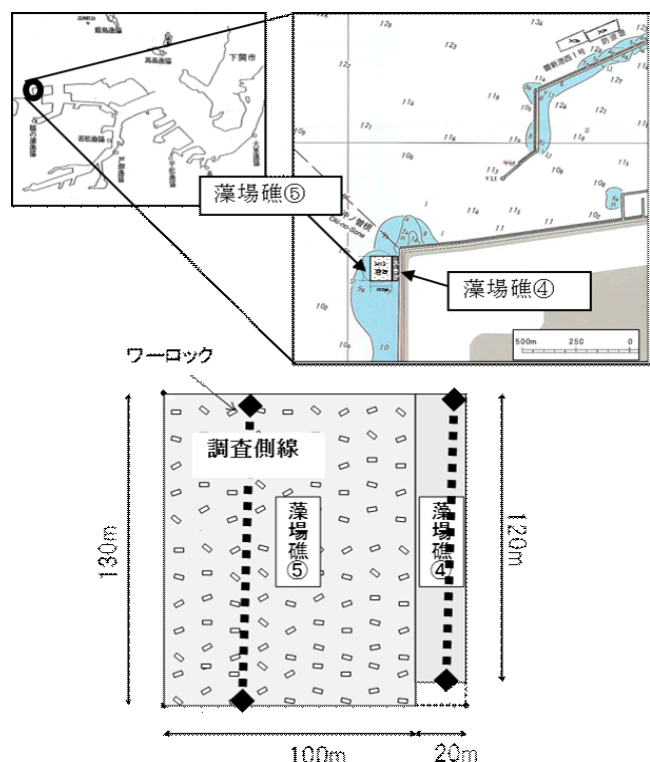


図2 脇之浦地区における各藻場礁の設置場所と設置位置

表2 脇之浦地区における各藻場礁の設置時期、基質

地区	藻場礁	設置時期	設置水深	基質	備考
脇之浦	藻場礁④	平成24年2月	9m	ビバリーロック	
	藻場礁⑤	平成24年2月	9m	ワーロック	平成19年12月自然石を設置し、同じ範囲内にワーロック182個を設置

結果及び考察

1. 関門地区

(1) 藻場礁①

1) 海藻の生育状況

5月調査では、自然石で33種、ビバリーロックで29種、3月調査では自然石で31種、ビバリーロックで29種の海藻が確認された（表3-1、3-2）。現存量については、自

然石が5月調査で1410～3786g/m²、3月調査で1000～3501g/m²と現存量を維持。ビバリーロックでも5月調査で1692～3171g/m²、3月調査で1753～3893g/m²と現存量を維持していた（表4-1、4-2）。自然石の海藻の被度は6月調査では大型海藻類が20%、小型海藻類が60%、3月調査では、大型海藻類が55%、小型海藻類が20%であった。ビバリーロックの海藻の被度は5月調査では大型海藻類が5%、小型海藻類が70%、3月調査では大型海藻類が50%、小型海藻類が25%であった（表5）。

2) 有用動物の生息状況

5月調査では、自然石でマナマコが0.2個体/m²、ビバリーロックでマナマコが0.05個体/m²の密度で出現した。3月調査では、自然石でマナマコが0.2個体/m²、ビバリーロックでメガイアワビが0.01個体/m²、マナマコが0.19個体/m²の密度で出現した（表6）。

(2) 藻場礁②

1) 海藻の生育状況

5月調査では25種、3月調査では29種の海藻類が確認された（表3-1、3-2）。現存量は、5月調査で2588g/m²、3月調査では3163g/m²であった（表4-1、4-2）。海藻の被度は5月調査では大型海藻類が10%、小型海藻類が70%、3月調査では大型海藻類が50%、小型海藻類が30%であった（表5）。

2) 有用動物の生息状況

6月調査では、マナマコが0.16個体/m²の密度で出現した。3月調査では、アカウニが0.03個体/m²、マナマコが0.14個体/m²の密度で出現した（表6）。

(3) 藻場礁③

1) 海藻の生育状況

5月調査では、ビバリーボックスで12種、ビバリーロックで19種が確認された。3月調査では、ビバリーボックスで14種、ビバリーロックで23種の海藻類が確認された（表3-1、3-2）。ビバリーロックで実施した現存量調査については、5月調査では2862g/m²、3月調査では881g/m²と大きく減少していた（表4-1、4-2）。ビバリーボックスの被度は、5月調査では大型海藻類が5%、小型海藻類が80%、3月調査では大型海藻類が5%未満、小型海藻類が30%と縮小傾向。ビバリーロックの被度は、5月調査では大型海藻類が5%、小型海藻類が80%、3月調査では大型海藻類が40%、小型海藻類が20%であった（表5）。

2) 有用動物の生息状況

ビバリーボックスの有用動物は5月調査ではマナマコが1個体/m², 3月調査ではマナマコが3個体/m²であった。ビバリーロックの有用動物は5月調査ではマナマコが0.1個体/m², 3月調査ではマナマコが0.4個体/m²の密度で出現した(表6)。

(4) 関門地区のまとめと考察

同時期に設置した自然石とビバリーロックを比較すると、出現海藻種、海藻の現存量、海藻類の被度は同程度であった。このことから、海藻類の着底基質としての適性は、自然石とビバリーロックともに同程度であると示唆される。また、有用動物については、マナマコが同程度の密度で出現し、ビバリーロックでは天然のメガイアワビ(殻長110mm)も確認できた。メガイアワビは5歳で殻長115.8±4.3mm(秋本ら, 2006*)であるため、今回の調査で確認されたメガイアワビは4歳以上であると考えられる。加えて藻場礁①は設置してから3年であること、周辺の護岸には岩礁域があることから、この個体は護岸の岩礁域から移入してきた個体と推察される。

次に、藻場礁①よりも9ヶ月遅く設置された同時期に設置された藻場礁②、③のビバリーロックについて比較すると、出現海藻種、海藻の現存量、海藻類の被度について藻場礁②の方が高い値を示した。このことから、ビバリーボックスの設置により海藻の着生が促されるとは言い難いと推察された。

また、有用動物については、藻場礁②、③でそれぞれマナマコが出現し、藻場礁②ではアカウニ(殻径45~60mm)も確認できた。アカウニの身入り優良漁場は比較的静穏な入江内が多く、摂餌可能な小型海藻類(アミジグサ、アオサ、ミル、マクサ、ウミウチワ等、寄り藻の効果もある)の多い漁場である(内場ら, 1984*)との報告もあることから、当該藻場礁はアカウニが移入できる一定の藻場の生産性は保有していると考えられた。

【補足】

すべての藻場礁において、5月調査から3月調査の間にツルアラメ現存量の低下が見られた。カジメ科藻類の消失については、平成25年夏の高水温の影響から長崎県から鳥取県の日本海側で確認されている(未発表)。福岡県の筑前海側においても特に東部漁場(宗像~北九州地先)においてアラメ、ツルアラメの消失が確認されている(H26発表予定)。また、3月調査時に確認できたツルアラメは、残っていた仮根から栄養繁殖したものがほと

んどで、大きいもので5cm程度であった。今後もカジメ科藻類の生育状況については追跡調査を行なう。

2. 脇之浦地区

(1) 藻場礁④

1) 海藻の生育状況

6月調査では39種、3月調査では33種の海藻が確認され、大型海藻も数多く出現した(表7-1, 7-2)。現存量については、6月調査で1194~1989g/m², 2月調査では68~136g/m²と大きく減少した(表8-1, 8-2)。被度は、6月調査では大型海藻類が10%, 小型海藻類が70%, 2月調査では大型海藻類が5%未満, 小型海藻類が55%と縮小傾向にあった(表9)。

2) 有用動物の生息状況

6月調査ではサザエが0.01個体/m², 3月調査ではムラサキウニが0.02個体/m², サザエが0.01個体/m², マナマコが0.2個体/m²の密度で出現した(表10)。

(2) 藻場礁⑤

1) 海藻の生育状況

6月調査ではワーロックで25種、自然石で28種、3月調査ではワーロックで31種、自然石で28種の海藻類が確認された(表7-1, 7-2)。現存量は、ワーロックが6月調査で1512g/m², 3月調査で72g/m²と大きく減少していた。自然石でも6月調査で9655g/m², 3月調査で1256g/m²と大きく減少していた(表8-1, 8-2)。被度は、ワーロックの6月調査で大型海藻類が5%, 小型海藻類が70%, 3月調査で大型海藻類が5%未満, 小型海藻類が60%であった。自然石では6月調査で大型海藻類が85%, 小型海藻類が5%, 3月調査で大型海藻類が35%, 小型海藻類が15%と大きく縮小傾向にあった(表9)。

2) 有用動物の生息状況

6月調査ではワーロックでサザエが0.2個体/m², 自然石でクロアワビが0.01個体/m², ムラサキウニが0.04個体/m², アカウニが0.13個体/m², サザエが0.11個体/m², マナマコが0.02個体/m²で出現した。3月調査では、ワーロックでサザエが0.1個体/m², 自然石でクロアワビが0.02個体/m², ムラサキウニが0.03個体/m², アカウニが0.28個体/m², マナマコが0.08個体/m²で出現した(表10)。

(3) 脇之浦地区のまとめと考察

同時期に設置した藻場礁④のビバリーロックと藻場礁⑤のワーロックを比較すると、6月調査時はともにツルアラメやホンダワラ類が着生し、大型海藻の生育も順調

であったが、3月調査時には関門地区同様にツルアラメ、アラメに加えて、ホンダワラがほぼ消失していた。

出現海藻種数にはさほど変化は見られないが、海藻の現存量に関してみると、それぞれ約1/10～1/20程度にまで減少しており、減少している種はツルアラメ、アラメ、ホンダワラであった。

6月調査では極相（片田，1963*³）に達していた藻場礁⑤の自然石においても大型海藻（ツルアラメ）被度の急激な減少が見られた。一方で、3月調査時にはツルアラメの新芽と再生、アラメの幼体と葉の再生も確認できている。今後もツルアラメ、アラメの再生、生育状況を確認していくことが重要であると考えられた。また、餌料環境の変化からアワビ類等の磯根資源の減少が懸念されるので、有用動物の調査に関しても併せて実施していくべきであると考えられる。

有用動物については藻場礁④のビバリーロック、藻場礁⑤の自然石においてクロアワビやサザエ、マナマコ等の磯根資源が出現しており、特に自然石に関しては、良好な漁場になっており、隣接するビバリーロックへの有用動物の移入に寄与していると考えられた。

3. 鉄鋼スラグ製基質の有効性について

関門地区と脇之浦地区における調査の結果、ビバリーロックおよびビバリーボックスには大型海藻を含めた複数の海藻種が生育できることが明らかとなった。ビバリーロックは同時期に設置した自然石やワーロックと同程度の被度であったため、現時点では着生基質としての効果は同程度と思われる。しかし、ビバリーボックスやビバリーロックにはフジツボやカイメン等の固着動物も多く定着しており、今後、海藻の着生、生育や有用動物の生息密度に影響が出る可能性があり、継続して調査する

必要があると考えられた。

有用動物はビバリーロックでサザエ、ムラサキウニ、アカウニ、マナマコ、ビバリーボックスでマナマコが確認された。これらの有用動物は主として海藻類、ペントス類を摂餌し、成長するため、有用動物と海藻組成、現存量の推移も追跡する必要がある。

以上のことから、鉄鋼スラグ製基質は海藻の着生基質や有用動物の生息場として、一定の効果が見られたものの、大型海藻が優占する極相には達しておらず、藻場造成基質としての有効性を判断するまでには至らなかった。今後も自然石などの対照区を含めて調査を継続し、各藻場礁の変遷を明らかにした上で、鉄鋼スラグ製基質を最終的に評価することが望ましいと考えられた。

文 献

- 1) 秋本恒基・太刀山透・林宗徳・深川敦平・後川龍男・佐藤博之．藍島地先におけるメガイアワビの放流効果．福岡県水産海洋技術センター研究報告．2006；第16号．Pp137-144
- 2) 内揚澄夫・山本千裕．ウニ類の生息生態に関する研究．昭和57年度福岡県福岡水産試験場研究業務報告．1984；181-190
- 3) 片田実．海藻の生活型と遷移（総述）．日本水産学会誌 1963；29：798-808.
- 4) 吉田忠生著 内田老鶴圃．新日本海藻誌．1998
- 5) 吉田忠生・吉永一男．日本産海藻目録．2010年改訂版；藻類第58巻第2号

表3-1 5月調査において各基質に出現した海藻種

			藻場礁名	藻場礁①		藻場礁②	藻場礁③	
			基質	自然石	ビバリーロック	ビバリーロック	ビバリーボックス	ビバリーロック
緑藻綱	アオサ目	アオサ科	アオサ属の一種(アオノリタイプ)	○	○	○		○
			アオサ属の一種	○	○	○	○	○
	ミル目	ミル科	ミル	○	○	○	○	○
			ヒラミル	○	○	○	○	○
			ハイミル	○	○	○		○
			クロミル	○	○	○		
褐藻綱	アミジグサ目	アミジグサ科	ヘラヤハズ	○	○	○	○	
			アミジグサ	○	○	○		
	カヤモノリ目	カヤモノリ科	フクロノリ	○	○	○	○	○
	コンブ目	チガイソ科	ワカメ	○	○	○	○	○
		カジメ科	ツルアラメ	○	○	○	○	○
	ヒバマタ目	ホンダワラ科	ホンダワラ	○		○		
			イソモク	○	○			
			アカモク	○	○	○		
			エンドウモク		○			
	紅藻綱	サンゴモ目	サンゴモ科	ウスカワカニノテ			○	
テングサ目		テングサ科	マクサ	○	○	○		○
			オバクサ	○	○	○		
スギノリ目		ススカケベニ科	ススカケベニ	○			○	○
		スギノリ科	ツノマタ	○	○	○		
		ムカデノリ科	ムカデノリ	○			○	
			サクラノリ	○				
			フダラク	○	○	○	○	○
			トサカマツ	○	○			○
			ムカデノリ属の一種	○				
		イバラノリ科	イバラノリ属の一種		○			○
		ツカサノリ科	トサカモドキ属の一種	○	○	○		○
		ユカリ科	ユカリ		○			
		ナミノハナ科	ホソバナミノハナ			○		
		イワノカワ科	エツキイワノカワ	○	○			
			イワノカワ属の一種		○			
		ミリン科	ミリン	○				
オゴノリ目		オゴノリ科	ツルシラモ					○
			カバノリ	○	○	○		○
マサゴシバリ目		フシツナギ科	フシツナギ	○	○	○		○
		マサゴシバリ科	タオヤギソウ	○				
			マサゴシバリ	○				
イギス目		コノハノリ科	ヤレウスバノリ	○	○	○	○	○
			スジウスバノリ	○	○	○		○
		フジマツモ科	コザネモ	○	○	○	○	
種数				33	29	25	12	19

海藻の分類は、新日本海藻誌(1998) 吉田忠生著 内田老鶴圃に従った。

海藻の順番は、日本産海藻目録(2010年改訂版) 吉田忠生・吉永一男 藻類第58巻第2号2010年7月10日 日本藻類学会 に従った。

表3-2 3月調査において各基質に出現した海藻種

			藻場礁名	藻場礁①		藻場礁②	藻場礁③		
			基質	自然石	ビバリーロック	ビバリーロック	ビバリーボックス	ビバリーロック	
緑藻綱	アオサ目	アオサ科	アオサ属の一種				○	○	
	シオグサ目	シオグサ科	シオグサ属の一種	○	○	○	○		
	ミル目	ミル科	ミル	○	○	○		○	
			ヒラミル		○	○			
			ハイミル	○	○	○	○	○	
褐藻綱	シオミドロ目	シオミドロ科	シオミドロ属の一種					○	
	アミジグサ目	アミジグサ科	ヘラヤハズ	○	○	○		○	
			シワヤハズ	○	○	○		○	
			アミジグサ	○	○	○	○		
			コモングサ	○	○			○	
	カヤモノ目	カヤモノ科	フクロノリ	○	○	○	○	○	
	コンブ目	チガイソ科	ワカメ	○	○	○	○	○	
		カジメ科	ツルアラメ	○	○	○	○	○	
	ヒバマタ目	ホンダワラ科	ホンダワラ			○			
			アカモク	○	○	○			
紅藻綱	サンゴモ目	サンゴモ科	ウスカワカニノテ	○	○	○		○	
	テングサ目	テングサ科	マクサ	○	○	○	○	○	
			オバクサ	○	○	○			
	スギノリ目	ススカケベニ科	ススカケベニ			○		○	
		スギノリ科	スギノリ			○			
			ツノマタ	○	○		○		
			ムカデノリ科	ムカデノリ	○	○	○		
			フダラク	○	○				
		ツカサノリ科	トサカモドキ属の一種	○	○	○			
		イワノカワ科	エツキイワノカワ	○	○			○	
		ユカリ科	ユカリ	○		○			
		ナミノハナ科	ホソバナミノハナ	○	○				
	オゴノリ目	オゴノリ科	カバノリ	○	○	○	○	○	
	マサゴシバリ目	フシツナギ科	フシツナギ	○		○		○	
		マサゴシバリ科	タオヤギソウ	○	○	○			
			マサゴシバリ	○	○				
	イギス目	イギス科	イギス科	○		○		○	
		ダジア科	イソハギ	○	○	○	○	○	
			シマダジア	○	○	○		○	
		コノハノリ科	ヤレウスバノリ	○	○	○	○	○	
			スジウスバノリ	○	○	○	○	○	
		フジマツモ科	イトグサ属の一種					○	
			コザネモ	○	○	○	○	○	
	種数				31	29	29	14	23

海藻の分類は、新日本海藻誌(1998) 吉田忠生著 内田老鶴園に従った。

海藻の順番は、日本産海藻目録(2010年改訂版) 吉田忠生・吉永一男 藻類第58巻第2号2010年7月10日 日本藻類学会 に従った。

表4-1 6月調査の各基質における海藻の現存量

種名	項目	発祥地名		藻場①					藻場②	藻場③																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
		アサザ科	アサザ目	アサザ属の一種(アサザタイプ)	アサザ属の一種	ミル	ヒラミル	ハイミル	クロミル	ヘラヤハズ	アミシダサ	フクロノリ	ウカイ	ツルアカメ	ウスカワカニノテ	マクサ	オバクサ	ススガカベニ	スギノ目	ムカデノ目	イバラノ目	シカサノ目	イワノ目	ナミノハナ目	ミリン	ツルシダモ	カバノ	フシダ目	マサコシノ目	イギス目	コノハノ目	スジウスバノ	コサネモ	現存量計(g)	現存量(g/m ²)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
8	4	85	106	51	7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
6.4	5.8	6.2	5.5	5.5	5.7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
自然石	自然石 +ミニストーン	ビバリーロック	ビバリーロック +ミニストーン	ビバリーロック	ビバリーロック																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
				39	496																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
				+	29																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
				7	15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
				16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
				2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
				7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
				3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
				17																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
				85	+																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
				116 (2)	21 (3)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
				108 (25)	43 (25)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
				1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
				31																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
				1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
				3	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
				20	12	+																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
				2	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
				44																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
				234			3	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
				+	11	14	17																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
				+	+	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
					2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
						+																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
								9	6	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							

海藻の分類は、新日本海藻誌(1998) 吉田忠生著 内田老鶴圃に従った。
 海藻の産地は、日本産海藻目録(2010年改訂版) 吉田忠生・吉水一男 産地誌58巻第2号2010年7月10日 日本藻類学会 に従った。
 表中の 4桁の号は0.1g未満を示し、合計には含まない。また、大型海藻を示した()は特記を示す。

表5 各調査月・各基質における景観被度

○5月調査

藻場礁名		藻場礁①		藻場礁②	藻場礁③	
基質		自然石	ビバリーロック	ビバリーロック	ビバリーボックス	ビバリーロック
景観被度 (%)	大型海藻類	20	5	10	5	5
	小型海藻類	60	70	70	80	80
	無節サンゴモ類	+	5	+	0	0
	固着動物等	10	5	10	0	5
	その他(裸地・砂地など)	10	15	10	15	10

注1)+記号は5%未満を示す。

○3月調査

藻場礁名		藻場礁①		藻場礁②	藻場礁③	
基質		自然石	ビバリーロック	ビバリーロック	ビバリーボックス	ビバリーロック
景観被度 (%)	大型海藻類	55	50	50	+	40
	小型海藻類	20	25	30	30	20
	無節サンゴモ類	0	+	0	0	5
	固着動物等	20	20	10	60	30
	その他(裸地・砂地など)	5	5	10	10	5

注1)+記号は5%未満を示す。

表6 各調査月・基質に出現した有用動物

○5月調査

		藻場礁名	藻場礁①		藻場礁②	藻場礁③	
		基 質	自然石	ビバリーロック	ビバリーロック	ビバリーボックス	ビバリーロック
		調査範囲	10m×1m	100m×1m	100m×1m	1m×1m	10m×1m
		調査面積	10m ²	100m ²	100m ²	1m ²	10m ²
出現個体数	マナマコ		2	5	16	1	1
出現密度 (個体/m ²)	マナマコ		0.2	0.05	0.16	1	0.1

○3月調査

		藻場礁名	藻場礁①		藻場礁②	藻場礁③	
		基 質	自然石	ビバリーロック	ビバリーロック	ビバリーボックス	ビバリーロック
		調査範囲	10m×1m	100m×1m	100m×1m	1m×1m	10m×1m
		調査面積	10m ²	100m ²	100m ²	1m ²	10m ²
出現個体数	メガイアワビ			1(110)			
	アカウニ				3(45~60)		
	マナマコ		2	19	14	3	4
出現密度 (個体/m ²)	メガイアワビ			0.01			
	アカウニ				0.03		
	マナマコ		0.2	0.19	0.14	3	0.4

注1)()内の数字はアワビ類の殻長、ウニ類の殻径、サザエの殻高を示す。

注2) マナマコの身体は伸縮するため、サイズ測定は未実施である。

表7-1 6月調査において各基質に出現した海藻種

			藻場礁名	藻場礁④	藻場礁⑤				
			基質	ビバリーロック	ワーロック	自然石			
緑藻綱	アオサ目	アオサ科	アオサ属の一種	○					
	ミル目	ミル科	ミル	○	○	○			
			ハイミル	○	○	○			
			クロミル	○	○	○			
褐藻綱	アミジグサ目	アミジグサ科	ヘラヤハズ	○	○	○			
			シワヤハズ	○	○	○			
			シマオオギ	○	○	○			
	カヤモノリ目	カヤモノリ科	フクロノリ	○	○	○			
	コンブ目	チガイソ科	ワカメ	○	○	○			
			カジメ科	ツルアラメ	○	○	○		
				アラメ	○		○		
	ヒバマタ目	ホンダワラ科	ホンダワラ	○	○	○			
			アカモク	○	○	○			
			ノコギリモク	○		○			
			ヤツマタモク	○		○			
			マメタワラ	○					
			ヤナギモク	○					
			ウスバノコギリモク	○		○			
			エンドウモク	○					
			紅藻綱	ウミゾウメン目	ガラガラ科	ウスバガラガラ	○		
				サンゴモ目	サンゴモ科	ウスカワカニノテ	○	○	○
						サンゴモ	○		○
	テングサ目	テングサ科		マクサ	○	○	○		
				オバクサ			○		
スギノリ目	スギノリ科	ツノマタ		○	○				
		ツノマタ属の一種		○					
	ムカデノリ科	ムカデノリ		○					
		フダラク		○					
		ヒトツマツ		○					
	イバラノリ科	イバラノリ属の一種		○	○				
	ツカサノリ科	トサカモドキ属の一種		○		○			
	イワノカワ科	エツキイワノカワ			○	○			
		イワノカワ属の一種		○	○	○			
	ユカリ科	ユカリ			○	○			
	ミリン科	ミリン		○					
	ナミノハナ科	ホソバナミノハナ			○	○			
オゴノリ目	オゴノリ科	カバノリ	○						
マサゴシバリ目	フシツナギ科	フシツナギ	○	○					
イギス目	イギス科	イギス科	○	○					
	ダジア科	ダジア属の一種	○	○					
		イソハギ		○	○				
		シマダジア	○						
	コノハノリ科	ヤレウスバノリ	○	○	○				
		スジウスバノリ		○	○				
コザネモ		○		○					
種数				39	25	28			

海藻の分類は、新日本海藻誌(1998) 吉田忠生著 内田老鶴圃に従った。

海藻の順番は、日本産海藻目録(2010年改訂版)吉田忠生・吉永一男 藻類第58巻第2号2010年7月10日 日本藻類学会 に従った。

表7-2 3月調査において各基質に出現した海藻種

			藻場礁名	藻場礁④	藻場礁⑤	
			基質	ビバリーロック	ワーロック	自然石
緑藻綱	シオグサ目	シオグサ科	シオグサ属の一種		○	○
	ミル目	ミル科	ミル	○	○	○
			ハイミル	○	○	
褐藻綱	クロガシラ目	クロガシラ科	クロガシラ属の一種	○	○	
	アミジグサ目	アミジグサ科	シワヤハズ	○	○	○
			アミジグサ属の一種	○	○	○
			シマオオギ		○	○
	カヤモノリ目	カヤモノリ科	フクロノリ	○		
	コンブ目	チガイソ科	ワカメ	○	○	○
		カジメ科	ツルアラメ	○	○	○
			アラメ	○		○
	ヒバマタ目	ホンダワラ科	ホンダワラ	○	○	○
			アカモク		○	○
			ノコギリモク	○		○
			ヤナギモク	○		
			ウスバノコギリモク	○		○
			エンドウモク	○		
紅藻綱	ウミゾウメン目	ガラガラ科	フサノリ			
	サンゴモ目	サンゴモ科	ウスカワカニノテ	○	○	○
			サンゴモ	○		○
	テングサ目	テングサ科	マクサ	○	○	○
			オバクサ	○	○	○
	スギノリ目	ススカケベニ科	ススカケベニ		○	
		スギノリ科	ツノマタ属の一種	○	○	○
		ムカデノリ科	ムカデノリ	○	○	
			フダラク	○		
		ツカサノリ科	トサカモドキ属の一種	○	○	○
		イワノカワ科	エツキイワノカワ	○	○	○
		ユカリ科	ユカリ	○	○	○
		ナミノハナ科	ホソバナミノハナ		○	○
	オゴノリ目	オゴノリ科	カバノリ	○	○	○
	マサゴシバリ目	フシツナギ科	フシツナギ	○	○	○
		ワツナギソウ科	ワツナギソウ		○	
	イギス目	イギス科	イギス科	○	○	
		ダジア科	ダジア属の一種		○	
			イソハギ		○	○
			シマダジア	○		
			コノハノリ科	ヤレウスバノリ	○	○
			スジウスバノリ	○	○	○
		フジマツモ科	ハネソゾ	○	○	○
			イトグサ属の一種	○	○	
			コザネモ	○		○
種数			33	31	28	

海藻の分類は、新日本海藻誌(1998) 吉田忠生著 内田老鶴園に従った。

海藻の順番は、日本産海藻目録(2010年改訂版)吉田忠生・吉永一男 藻類第58巻第2号2010年7月10日 日本藻類学会 に従った。

表8-1 6月調査の各基質における海藻現存量

種名	項目		藻場礁名	藻場礁④		藻場礁⑤	
			枠番号	No.1	No.2	No.3	No.4
			起点からの距離(m)	30	78	45	55
			水深(m)	8.7	8.7	8.2	9.4
			基質	ビバリーロック	ビバリーロック	ワーロック	自然石
緑藻綱	アオサ目	アオサ科	アオサ属の一種		+		
	ミル目	ミル科	ミル	120	35	15	
			ハイミル	12	12		
			クロミル	47	75	2	
褐藻綱	アミジグサ目	アミジグサ科	シワヤハズ		+	3	
	カヤモノリ目	カヤモノリ科	フクロノリ	264	148	252	
	コンブ目	カジメ科	ツルアラメ	8 (8)	9 (3)	28 (15)	1874 (126)
			アラメ				121 (1)
	ヒバマタ目	ホンダワラ科	ホンダワラ	43 (2)	5 (1)	50 (13)	
			アカモク	0 (1)			
			ノコギリモク				419 (1)
			ヤツマタモク			6 (3)	
			ウスバノコギリモク			20 (2)	
	ウミゾウメン目	ガラガラ科	ウスバガラガラ	1			
	サンゴモ目	サンゴモ科	ウスカワカニノテ	+		1	
	テングサ目	テングサ科	マクサ	2	15		
紅藻綱	スギノリ目	スギノリ科	ツノマタ	1	4		
			ツノマタ属の一種	+	1		
		ムカデノリ科	ヒトツマツ	+	+		
		イバラノリ科	イバラノリ属の一種	+	+		
		ツカサノリ科	トサカモドキ属の一種		+		
		イワノカワ科	エツキイワノカワ			+	
			イワノカワ属の一種	2		1	
		ユカリ科	ユカリ			+	
		ミリン科	ミリン	+			
	マサゴシバリ目	フシツナギ科	フシツナギ		+	+	
	イギス目	ダジア科	ダジア属の一種	+			
		コノハノリ科	ヤレウスバノリ		+	+	
		フジマツモ科	コザネモ	+	+	+	
	湿重量計(g)			497	298	378	2414
	現存量(g/m ²)			1989	1194	1512	9655

海藻の分類は、新日本海藻誌(1998) 吉田忠生著 内田老鶴圃に従った。

海藻の順番は、日本産海藻目録(2010年改訂版)吉田忠生・吉永一男 藻類第58巻第2号2010年7月10日 日本藻類学会 に従った。

表中の+記号は0.1g未満を示し、合計には含まない。また、大型海藻に示した()は株数を示す。

表8-2 3月調査の各基質における海藻現存量

種名	項目			藻場礁④		藻場礁⑤	
	藻場礁名			No.1	No.2	No.3	No.4
	起点からの距離(m)			30	78	45	55
	水深(m)			8.7	8.7	8.2	9.4
種名	基質			ビバリーロック	ビバリーロック	ワーロック	自然石
緑藻綱	シオグサ目	シオグサ科	シオグサ属の一種			+	+
	ミル目	ミル科	ミル	+	+	+	+
褐藻綱	クロガシラ目	クロガシラ科	クロガシラ属の一種			+	
	アミジグサ目	アミジグサ科	シワヤハズ			1	
			アミジグサ属の一種		1	2	
	カヤモリ目	カヤモリ科	フクロノリ	1			
	コンブ目	チガイソ科	ワカメ	1 (1)		3 (4)	1 (1)
		カジメ科	ツルアラメ	2 (1)	2 (1)	2 (4)	270 (59)
	ヒバマタ目	ホンダワラ科	ホンダワラ		4 (1)		
			ノコギリモク				43 (1)
			ヤナギモク		4 (1)		
紅藻綱	ウミゾウメン目	ガラガラ科	フサノリ				+
	サンゴモ目	サンゴモ科	ウスカワカニノテ	1	+	6	+
			サンゴモ	1			+
	テングサ目	テングサ科	マクサ	27	5	3	
			オバクサ	+			
		スギノリ科	ツノマタ属の一種				+
		ツカサノリ科	トサカモドキ属の一種	+			
		イワノカワ科	エツキイワノカワ	+	+	+	
		ユカリ科	ユカリ	+	+	+	
	オゴノリ目	オゴノリ科	カパノリ	1	1	+	
	マサゴシバリ目	フシツナギ科	フシツナギ			+	+
		ワツナギソウ科	ワツナギソウ			+	
	イギス目	イギス科	イギス科			+	+
		ダジア科	ダジア属の一種			+	
			イソハギ			+	
			シマダジア				+
		コノハノリ科	ヤレウスバノリ	+		1	+
			スジウスバノリ			+	+
		フジマツモ科	ハネソゾ			+	
			イトグサ属の一種			+	
湿重量計(g)				34	17	18	314
現存量(g/m ²)				136	68	72	1256

海藻の分類は、新日本海藻誌(1998) 吉田忠生著 内田老鶴圃に従った。

海藻の順番は、日本産海藻目録(2010年改訂版)吉田忠生・吉永一男 藻類第58巻第2号2010年7月10日 日本藻類学会 に従った。

表中の+記号は0.1g未満を示し、合計には含まない。また、大型海藻に示した()は株数を示す。

表9 各調査月・各基質における景観被度

○6月調査

藻場礁名		藻場礁④	藻場礁⑤	
基質		ビバリーロック	ワーロック	自然石
景観被度 (%)	大型海藻類	10	5	85
	小型海藻類	70	70	5
	無節サンゴモ類	5	0	5
	固着動物等	5	15	+
	その他(裸地・砂地など)	10	10	5

○3月調査

藻場礁名		藻場礁④	藻場礁⑤	
基質		ビバリーロック	ワーロック	自然石
景観被度 (%)	大型海藻類	+	+	35
	小型海藻類	55	60	15
	無節サンゴモ類	20	15	25
	固着動物等	15	10	5
	その他(裸地・砂地など)	10	15	10

注1)+記号は5%未満を示す。

表10 各調査月・各基質に出現した有用動物

○6月調査

		藻場礁名	藻場礁④	藻場礁⑤	
		基 質	ビバリーロック	ワーロック	自然石
		調査範囲	120m×1m	10m×1m	130m×1m
		調査面積	120m ²	10m ²	130m ²
出現個体数	クロアワビ				1(75)
	ムラサキウニ				5(31~49)
	アカウニ				17(37~71)
	パフンウニ				1(34)
	サザエ	1(71)	2(79~85)	14(63~84)	
	マナマコ				2
出現密度 (個体/m ²)	クロアワビ				0.01
	ムラサキウニ				0.04
	アカウニ				0.13
	パフンウニ				0.01
	サザエ	0.01	0.20	0.11	
	マナマコ				0.02

○3月調査

		藻場礁名	藻場礁④	藻場礁⑤	
		基 質	ビバリーロック	ワーロック	自然石
		調査範囲	120m×1m	10m×1m	130m×1m
		調査面積	120m ²	10m ²	130m ²
出現個体数	クロアワビ				2(80,95)
	ムラサキウニ	2(25,28)			4(42~50)
	アカウニ				37(50~67)
	サザエ	1(100)	1(75)	7(80~88)	
	マナマコ	20			10
出現密度 (個体/m ²)	クロアワビ				0.02
	ムラサキウニ	0.02			0.03
	アカウニ				0.28
	サザエ	0.01	0.10	0.05	
	マナマコ	0.20			0.08

注1)()内の数字はアワビ類の殻長、ウニ類の殻径、サザエの殻高を示す。

注2) マナマコの身体は伸縮するため、サイズ測定は未実施である。

筑前海区アラメ・カジメ場状況調査 ーアラメ、ツルアラメ、クロメの大量枯死・消失ー

日高 研人・森 慎也・後川 龍男・内藤 剛・林 宗徳

アラメ・カジメ場を構成するアラメ、ツルアラメ、クロメ、カジメは魚類、アワビ、サザエ等の磯根資源の餌料や生息場所として重要であることが知られている。福岡県の筑前海沿岸では、アラメ・カジメ類のアラメ、ツルアラメ、クロメが分布している。

これらアラメ・カジメ類の大量枯死・消失が、筑前海東部を中心に確認された。状況についてまとめたので報告する。

方 法

観察対象種は、アラメ、ツルアラメ、クロメとした。観察方法は現場での潜水観察、漁業者からの聞き取り、陸上からの目視観察を行なった。各地先での潜水観察から、ほぼ全数が枯死、半数以上が枯死、特に異常なしの3項目に分類、漁業者からの聞き取りにより、かなり深刻、やや深刻、異常なしの3項目に分類した。また、浜に大量の寄り藻が見られた地先についても陸上からの目視観察により状況の把握を行った。

加えて、アラメ、ツルアラメ、クロメの種類別に状況をまとめた。今回、各地先のアラメ・カジメ場状況を報告するに当たり筑前海区を糸島地区、福岡・粕屋地区、宗像地区、遠賀・北九州地区、小呂島の5地区に分けて報告する(図1)。

結果及び考察

筑前海区におけるアラメ・カジメ類の枯死・消失は、8月下旬頃から確認され始めた。

地先別の調査結果について図2に示す。特に小呂島、北九州・遠賀地区で影響が大きく、ほぼ全数もしくは半数以上の枯死、さらに、小呂島、波津、岩屋地先では浜に大量の寄り藻が確認されており、波津の海岸ではひざ上近くまでツルアラメ、アラメ等の海藻が打ち上げられていた。また、宗像地区、福岡・粕屋地区においては、半数以上の枯死が確認され、漁業者からは、かなり深刻、やや深刻との情報が寄せられた。その一方で、糸島地区

では、特に異常は確認されなかった。

種類別の調査結果について図3に示す。種類別に見るとアラメがほぼ全数もしくは半数以上の枯死が多く確認され、特に異常がなかったのは宗像大島の北部海域のみであった。ツルアラメについては、ほぼ全数もしくは半数以上の枯死が全域で確認された。特に異常がない地区は確認できなかった。クロメについては、半数以上の枯死が福岡・粕屋地区の一部で確認されたが、糸島地区では特に異常は見られなかった。

藻場が減少する環境要因は、海水温の上昇、栄養塩の減少、台風、植食性動物の食害、静穏化など様々な項目が挙げられる。特にこれらの中でも水温上昇と静穏化が重要であると認識されている(水産庁, 2009 1))。今回、筑前海区におけるアラメ・カジメ類の枯死・消失は、8月下旬頃から確認され始めたことから水温上昇による藻場への影響が考えられた。桑原ら2)によると、アラメは25~28℃が生育上限水温と考えられている。そこで、福岡県筑前海沿岸の水温観測の結果(2014発表予定)から、2013年8月は水温28.3℃(平年値25.8℃)とアラメの生育上限と考えられる水温28℃を上回っており、この高水温期(8月)の水温上昇によりアラメやツルアラメ、クロメの枯死が起こったと考えられた。

さらに7、8月にかけて大きな台風も来ずに風が続き海水の流動が少なかったこと、10、11月には台風や時化が続き弱った海藻に対して追い打ちのダメージを与えたことも要因として考えられる。潜水観察を行なっていると、ウニ類や巻貝による食害とアイゴによる食害を確認しており、今後とも植食性動物の出現状況、食害状況に注意が必要である。

文 献

- 1) 水産庁. (2009). 藻場資源消滅防止対策ガイドライン, 73pp
- 2) 桑原久実, 明田定満, 小林聡, 竹下彰, 山下洋, 城戸勝利, & 京都大学. (2006). 温暖化による我が国水産生物の分布域の変化予測. 地球環境, vol11, (1), 49-57.

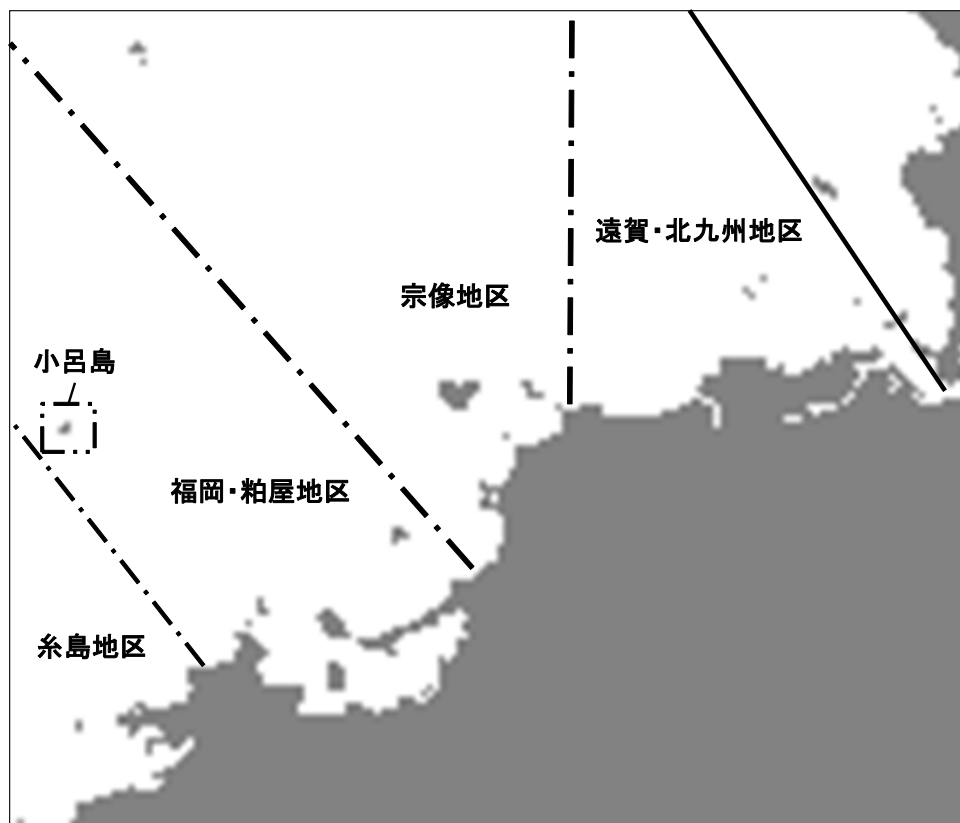


図1 筑前海区の地区分け

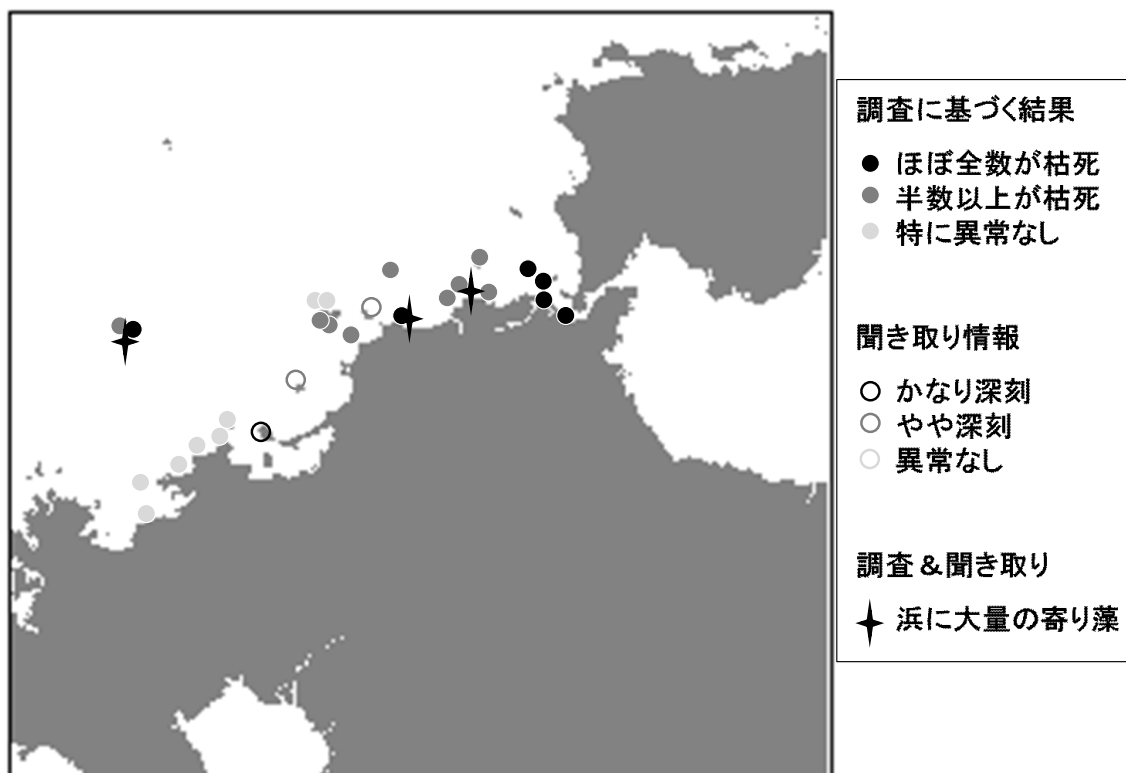


図2 地先別調査結果

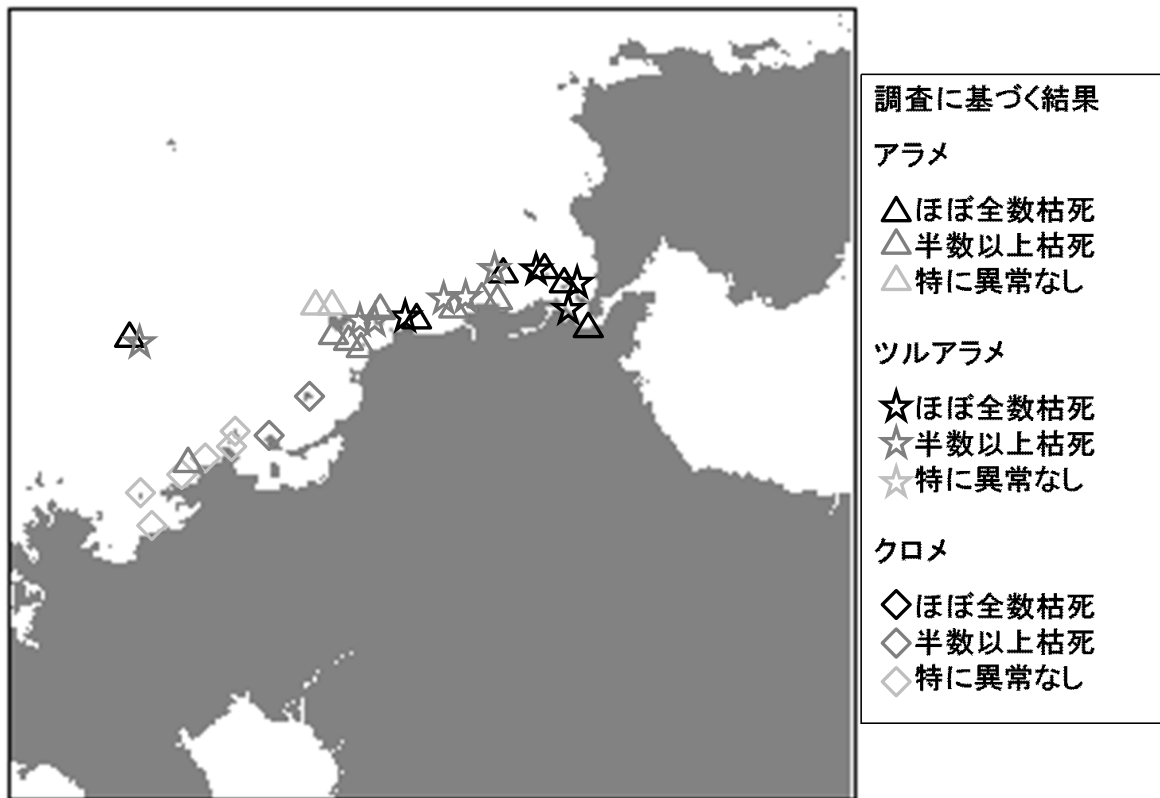


図3 種類別調査結果

低未利用資源の有効利用法の開発 ー市場価格の低い魚類の燻製ー

熊谷 香

平成 25 年度に、福岡市水産加工フロンティア 21 研究会（以下、フロンティアとする）から、漁獲量は多いものの市場価格が低い魚類の有効利用を目的として、燻製商品開発の要望があった。

そこで、適した加工方法および付加価値向上が見込まれる商品形態を検討するため、市場価格の低い魚類の冷燻および温燻加工品の試作をフロンティアと共に実施した。

方 法

材料は、平成25年12月に姪浜で漁獲されたシログチ、サゴシ、タチウオを三枚卸しにして真空包装し、-30℃で凍結したものを用いた。

燻製加工の行程は、解凍した材料を調味液（魚重量の 4%の塩と適量の料理酒）に 3 日間浸漬した後、塩分が濃く浸透しすぎている場合は水に浸漬して塩分濃度を適宜調整し、25℃で 25 分間乾燥させた。乾燥後、ハービーテクノ社製自動制御機能付き燻製機（ドリームメーカー）を用い、冷燻については 25℃で 1 時間、温燻については 40℃で 30 分燻煙処理をした。さらに、温燻のうちサゴシについては 50℃で 5 分間の燻煙処理を追加した。燻煙後、商品形態の検討のため一口サイズにスライスしてプラスチックトレイに並べ、40g ずつ真空包装して-30℃で凍結させた。

試作品は、解凍してフロンティア会員および福岡市職員、福岡県水産海洋技術センター職員等の約 60 名で試食および評価を行った。

結果及び考察

シログチ、サゴシ、タチウオの 3 魚種ごとの冷燻、温燻の 2 種類の試作品に加え、比較対象として他県産マサバ冷燻の参考商品を用いて試食を行った結果は、他県産参考商品より本試作品がおいしく、本試作品の中でも温燻より冷燻がおいしいとの意見が大半であった。

また、袋を開けてそのまま料理に使える形態も良く、おつまみやパスタ具材等向けの商品として有望

であるとの評価から、今後もフロンティアと共に適正な魚種の検討や商品改良に取り組む事となった。

今回の燻製のように、鮮度の良さを活かした一般消費者向けのファストフィッシュ商品開発に取り組むことで、市場価格が低い魚類の有効利用方法の一つとなると考えられた。

タチウオの冷燻試作品



湯通しフトモズクの冷凍試験

森本 真由美・安藤 朗彦

福岡県筑前海は冬季の季節風が強く、漁船漁業は漁閑期となる。このため一部の地域では冬季にワカメ養殖、ノリ養殖、カキ養殖を営んでいる。さらに近年、当センターが養殖フトモズクの量産化技術を開発したことにより、フトモズクも養殖されるようになった。

フトモズク (*Tinocladia crassa*) は褐藻ナガマツモ目ナガマツモ科に属し、北海道、太平洋北部、日本海北部を除いた広い範囲に分布している¹⁾。同じモズク類で一般に広く知られているオキナワモズクとは形態や食感が異なる。

本県の養殖フトモズクは原藻と海水を一緒に入れて真空包装にし、冷凍保管した状態で出荷されることが多く、食べる前に湯通しをする必要がある。しかし、試食販売時に湯通しの手間がかかるので購入を控える消費者が多く見られた。

本県では、平成 21 年より養殖フトモズクの生産が本格化し、生産量も徐々に増加しているため、今後新たな顧客層の開拓が必要である。そこで、解凍後消費者が湯通しせずに食べられるフトモズクの製品の検討を行った。

方 法

試料は、-30℃で凍結保存していた平成24年に生産された養殖フトモズクを解凍したものを用いた。

製品解凍後の湯通し処理を省くため、凍結前に前処理として原藻を40秒間湯通しし、氷水で冷却したものをそれぞれ表1に示した方法で行い、3試験区を設定した。現在販売している製品は、フトモズク原藻と海水を加え真空包装しているもので、これを対照区とした。各試験区サンプル1袋の藻体の重量を100gとし、-80℃で凍結した。各サンプルについて、色調の測定、官能

表 1 各試験区の前処理方法

試験区名	前処理方法
A	湯通しした藻体のみ真空包装
B	湯通しした藻体+海水を真空包装
C	湯通しした藻体+滅菌海水を真空包装
対照区	原藻+海水を真空包装

検査、微生物試験を行った。

1 色調の測定

凍結から 7 日後、14 日後、30 日後、61 日後、92 日後にそれぞれの試験区のサンプルを解凍した。対照区は藻体を水道水で洗浄した後、水切りを行った。次に沸騰水で 40 秒間湯通ししてから、氷水で冷却した。その他の 3 試験区のサンプルは藻体を水道水で洗浄してから氷水で冷却した。それをザルに移し、水切りを行った。

サンプルは試験区ごとに平底の 12 穴プレートの四隅のウェルに 7 g ずつサンプルを入れ、ハサミで十分に細かく切断した。その後、12 穴プレートの上を白板で覆い、プレート底部に分光測色計 (コニカミノルタ Cd-700) を密着させて L*, a*, b* の測定を行った。また、次式により色差 ($\Delta E^* a b$) を求めた。

$$\Delta E^* a b = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

2 官能検査

凍結から 92 日後に各試験区のサンプルを解凍し、対照区は沸騰水で 40 秒間湯通しを行い、その後氷水で冷却して、水切りを行った。その他の 3 試験区は水道水で洗浄後、氷水で冷却し、水切りを行った。各サンプル 20 g を白い紙コップに入れて 10 名のパネラー (福岡県水産海洋技術センター職員及び臨時

表 2 フトモズクの官能検査表

官能検査(順位法)

		良い方から順番をつけてください			
項目		A	B	C	D
1. 外観	海藻の色が好ましい				
	つやがある				
2. におい	香りが好ましい				
3. 食感	(食べたときに) のどごしがよい				
4. 総合評価	どれを好みますか				
5. 意見または感想があればお書きください					

職員) に対し、色、つや、香り、のどごし及び総合評価について官能検査を順位法で行った(表 2)。

3 微生物試験

凍結から 100 日後に各試験区のサンプル 4 袋ずつを真空包装のまま解凍した。解凍から 0 日後、3 日後、5 日後、7 日後の各サンプルについて一般生菌数、大腸菌群、腸炎ビブリオの検査を行った。0 日後のサンプル以外は、検査まで 4℃で冷蔵保存した。また、各サンプルは水道水で洗浄後、ザルで水切りを行い、検査を行った。

結果及び考察

1 色調の測定

図 1~3 に示した各試験区の凍結期間中の L^* 、 a^* 、 b^* の結果は、 L^* 、 a^* 、 b^* すべての計測結果において対照区と各試験区で大きな差は認められなかった。また、対照区と他の試験区の色差 (ΔE^*ab) は、色彩管理上一般的に許容範囲とされる値 (3.2~6.5) であることから、色調に差はなかった。(図 4)

2 官能検査

官能検査の結果を表 3 に示す。

Kendall の一致の係数³⁾を用いてパネラーの判定が一致しているかどうか検定したところ、「つやがある」と「総合評価」で一致が見られた ($p<0.01$)。それ以外の項目では好みのばらつきが見られ、一定の傾向は認められなかった。

総合評価では $C>B>$ 対照区 $>A$ の順で評価が高く、湯通しして海水あるいは滅菌海水と一緒に真空包装した製品は、対照区よりも評価が高かった。

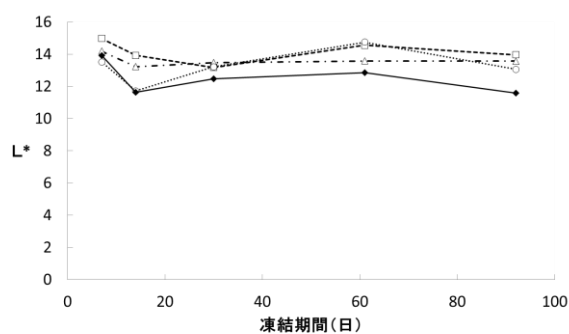


図 1 凍結期間中の L^* の経時変化

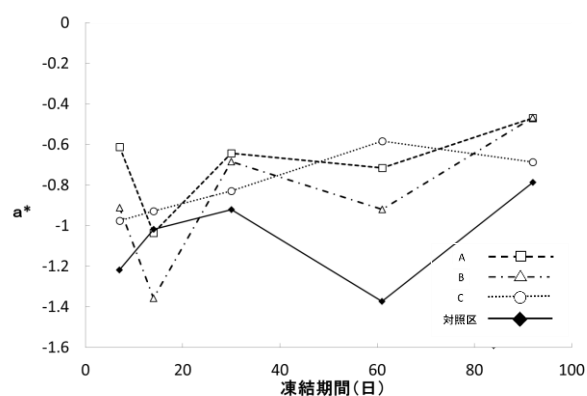


図 2 凍結期間中の a^* の経時変化

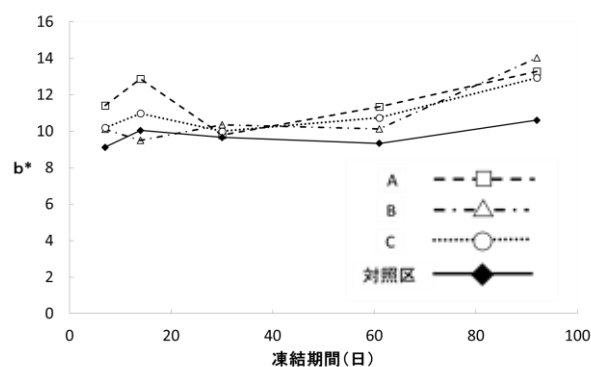


図 3 凍結期間中の b^* の経時変化

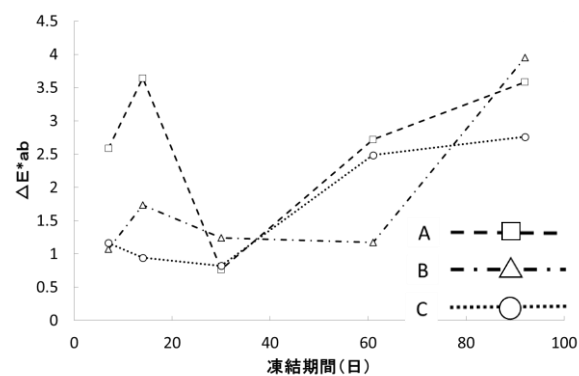


図 4 凍結期間中の各試験区と対照区の色差の経時変化

表 3 官能検査結果

	A	B	C	対照区
海藻の色が好ましい	24	24	29	23
つやがある	17	34	36	13
香りが好ましい	26	22	24	28
のどごしがよい	28	21	19	32
総合評価	33	20	17	30

表 4 微生物試験結果

試験区	保存日数	一般生菌数	大腸菌群	腸炎ビブリオ
A	0日後	300以下/g	陰性	陰性
	3日後	300以下/g	陰性	陰性
	5日後	300以下/g	陰性	陰性
	7日後	300以下/g	陰性	陰性
B	0日後	6.4×10^2 /g	陰性	陰性
	3日後	300以下/g	陰性	陰性
	5日後	300以下/g	陰性	陰性
	7日後	300以下/g	陰性	陰性
C	0日後	300以下/g	陰性	陰性
	3日後	300以下/g	陰性	陰性
	5日後	300以下/g	陰性	陰性
	7日後	300以下/g	陰性	陰性
対照区	0日後	9.5×10^2 /g	陰性	陰性
	3日後	4.7×10^2 /g	陰性	陰性
	5日後	3.2×10^2 /g	陰性	陰性
	7日後	3.4×10^2 /g	陰性	陰性

3 微生物試験

微生物試験の結果を表 4 に示す。

一般生菌数は、対照区と試験区 B で検出されたが、 1.0×10^5 /g 以下であり、食品衛生上問題はなかった。大腸菌群と腸炎ビブリオはすべて陰性であった。

衛生管理上の観点から、試験区間には明確な差は

なく、問題はないと考えられた。

以上のことより、湯通しした後に冷凍をして出荷する製品は既存の製品と比較して色調及び衛生面において差は認められず、加えて官能検査においては、既存の製品より高評価を得ることができた。今後、製造面現場におけるコストや具体的な工程について検討の上、本試験の結果を反映した商品化は可能であると考えられた。

文 献

- 1) 堀輝三：藻類の生活史集成，第 2 巻褐藻・紅藻類，内田老鶴圃，28-29(1993)
- 2) 三田政吉：食品衛生検査指針 微生物編，（社）日本食品衛生協会，67-91，134-151（1990）
- 3) 古川秀子：おいしさを測る－食品官能検査の実際一，幸書房，26-28(1994)

加工実験施設（オープンラボ）の利用状況

安藤 朗彦・森本 真由美・熊谷 香

県内の漁業者、加工業者及び関係団体を対象に加工技術の習得や新製品の開発試験及び加工品の試作試験等を行うため、希望者の施設利用を受け入れた。

方 法

事前に利用希望者からの申請を受け付け、利用内容を審査した上、施設の利用を許可した。使用する原材料や包装資材等については、利用者が準備することとした。原則として、作業中は職員が立ち会い、機器類の始動・停止は職員が行った。

結果及び考察

1. 利用者数および利用件数

表1、2に示すとおり年間126件（述べ977人）の利用者があった。そのうち41件（述べ172人）が漁業者であり、加工業者は82件（述べ114人）であった。また、その他の利用として3件（691人）の利用があった。

表1 水産加工実験棟月別利用件数

(単位：件)													
利用者	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
漁業者	10	11	2	2					1	1	3	11	41
加工業者		4	11	7	9	7	12	11	4	5	8	4	82
その他					1			2					3
計	10	15	13	9	10	7	12	13	5	6	11	15	126

表2 水産加工実験棟月別利用者数

(単位：人)													
利用者	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
漁業者	42	49	3	9					7	1	11	50	172
加工業者		6	15	7	13	10	22	15	4	5	11	6	114
その他					40			651					691
計	42	55	18	16	53	10	22	666	11	6	22	56	977

2. 月別の利用状況

表1に示すとおり、利用件数は、5月と3月に多く、次いで6月と11月の順に多かった。また、8月から11月は、漁業者の利用がなく、加工業者は1月を除きほぼ周年利用があった。表2に示す月別の利用者数は、11月が他の月に比べ著しく多く、これはサイエンスマンズの施設開放で多数の利用者があったことによる。同様に8月のその他の利用目的は、小・中学生等の夏期の体験学習等の利用であった。

3. 利用目的

表3に水産加工実験棟の主な利用目的別の利用者数を、表4にその詳細な利用状況を示した。利用目的は、その他を除きボイル及び乾燥、練り製品、くんせいの順に多かった。その他の利用は、藻類の簡易加工がおおかった

利用した主なものとしては、モズクやヒジキの加工、カキのボイル加工やくんせいの試作加工などであった。

表3 水産加工実験棟の主な利用目的

(単位：人)													
目的	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
くんせい	11	26	1	1				1				2	42
ボイル・乾燥	24	14	2							1	11	43	95
練り製品					40	3	9	6					58
その他	7	15	15	15	13	7	13	659	11	5	11	11	782
計	42	55	18	16	53	10	22	666	11	6	22	56	977

表4 平成25年度水産加工実験棟利用状況

No	月 日	利 用 者	利用者数	利 用 目 的
1	4/8	福岡市漁協	4	カキ燻製
2	4/10	糸島漁協	9	カキボイル
3	4/11	糸島漁協	3	カキボイル
4	4/12	糸島漁協	3	カキボイル
5	4/15	福岡市漁協	4	カキ燻製
6	4/18	糸島漁協	3	カキボイル
7	4/19	糸島漁協	3	カキボイル
8	4/22	豊前海北部漁協	3	カキ燻製
9	4/26	糸島漁協	3	カキボイル
10	4/5	糸島漁協	7	モズク加工
11	5/1	豊前海北部漁協	3	カキボイル
12	5/8	糸島漁協	9	モズク加工
13	5/15	糸島漁協	3	カキボイル
14	5/16	糸島漁協	2	カキボイル
15	5/21	福岡市漁協	6	カキ燻製
16	5/22	山下商店	3	ヒジキ加工
17	5/23	山下商店	1	ヒジキ加工
18	5/23	糸島漁協	3	カキボイル
19	5/24	糸島漁協	3	カキボイル
20	5/24	山下商店	1	ヒジキ加工
21	5/24	福岡市漁協	1	カキ燻製
22	5/27	福岡市漁協	8	カキ燻製
23	5/28	福岡市漁協	5	カキ燻製
24	5/29	山下商店	1	ヒジキ加工
25	5/30	福岡市漁協	6	カキ燻製
26	6/3	山下商店	3	ヒジキ加工
27	6/5	山下商店	2	ヒジキ加工
28	6/6	山下商店	2	ヒジキ加工
29	6/7	北九州漁協	1	タコ、イカ燻製
30	6/10	糸島漁協	2	カキボイル
31	6/12	山下商店	1	ヒジキ加工
32	6/14	山下商店	1	ヒジキ加工
33	6/15	山下商店	1	ヒジキ加工
34	6/19	山下商店	1	ヒジキ加工
35	6/20	山下商店	1	ヒジキ加工
36	6/21	山下商店	1	ヒジキ加工
37	6/27	山下商店	1	ヒジキ加工
38	6/28	山下商店	1	ヒジキ加工
39	7/4	福岡市漁協	1	カキ燻製
40	7/4	山下商店	1	ヒジキ加工
41	7/5	山下商店	1	ヒジキ加工
42	7/9	山下商店	1	ヒジキ加工
43	7/11	山下商店	1	モズク加工
44	7/12	山下商店	1	ヒジキ加工
45	7/29	山下商店	1	モズク加工
46	7/30	糸島漁協	8	モズク加工
47	7/31	山下商店	1	モズク加工
48	8/1	山下商店	2	ヒジキ加工
49	8/6	山下商店	1	ヒジキ加工
50	8/2	山下商店	1	ヒジキ加工
51	8/8	山下商店	2	ヒジキ加工
52	8/9	山下商店	1	ヒジキ加工
53	8/22	一般	40	加工品試作
54	8/27	九州丸一食品(株)	3	エイヒレ加工
55	8/28	山下商店	1	ヒジキ加工
56	8/29	山下商店	1	ヒジキ加工
57	8/30	山下商店	1	ヒジキ加工
58	9/2	山下商店	1	ヒジキ加工
59	9/4	山下商店	1	ヒジキ加工
60	9/5	山下商店	2	ヒジキ加工
61	9/5	山下商店	1	ヒジキ加工
62	9/9	山下商店	1	ヒジキ加工
63	9/25	山下商店	1	モズク加工
64	9/27	(株)エイワフジ	3	すり身加工
65	10/2	山下商店	1	ヒジキ加工

No	月 日	利 用 者	利用者数	利 用 目 的
66	10/3	山下商店	1	ヒジキ加工
67	10/4	(株)イワイファクト	3	すり身加工
68	10/7	山下商店	1	ヒジキ加工
69	10/16	山下商店	1	ヒジキ加工
70	10/17	山下商店	1	ヒジキ加工
71	10/21	(株)イワイファクト	3	すり身加工
72	10/21	山下商店	2	ヒジキ加工
73	10/23	山下商店	2	ヒジキ加工
74	10/24	山下商店	2	ヒジキ加工
75	10/25	山下商店	2	ヒジキ加工
76	10/28	(株)イワイファクト	3	すり身加工
77	11/1	山下商店	1	ヒジキ加工
78	11/8	山下商店	1	ヒジキ加工
79	11/11	(株)イワイファクト	3	すり身加工
80	11/11	山下商店	1	ヒジキ・ワカメ加工
81	11/13	山下商店	1	ヒジキ・ワカメ加工
82	11/20	山下商店	1	ヒジキ加工
83	11/26	(株)イワイファクト	3	すり身加工
84	11/26	なぐにわ鮓	1	カキ燻製
85	11/27	山下商店	1	ヒジキ加工
86	11/28	山下商店	1	ヒジキ加工
87	11/28	一般	650	加工品試食
88	11/27	山下商店	1	ヒジキ加工
89	11/28	山下商店	1	ヒジキ加工
90	12/11	山下商店	1	ヒジキ加工
91	12/12	山下商店	1	ヒジキ加工
92	12/13	山下商店	1	ヒジキ加工
93	12/18	モズク部会	7	モズク加工
94	12/18	山下商店	1	ヒジキ加工
95	1/15	山下商店	1	ワカメ加工
96	1/16	糸島漁協	1	カキボイル
97	1/17	山下商店	1	ヒジキ・モズク加工
98	1/23	山下商店	1	ヒジキ・ワカメ加工
99	1/24	山下商店	1	ヒジキ加工
100	1/26	山下商店	1	ヒジキ加工
101	2/3	糸島漁協	3	カキボイル
102	2/4	糸島漁協	4	カキボイル
103	2/5	山下商店	1	ヒジキ加工
104	2/6	山下商店	1	ヒジキ加工
105	2/7	山下商店	2	ヒジキ・ワカメ加工
106	2/14	糸島漁協	4	カキボイル
107	2/14	山下商店	1	ワカメ加工
108	2/20	山下商店	2	ヒジキ加工
109	2/21	山下商店	2	ヒジキ加工
110	2/25	山下商店	1	ワカメ加工
111	2/28	山下商店	1	ワカメ加工
112	3/3	糸島漁協	5	カキボイル
113	3/4	糸島漁協	5	カキボイル
114	3/5	山下商店	2	ヒジキ加工
115	3/6	山下商店	1	ヒジキ加工
116	3/11	福岡市漁協	1	魚類冷凍の試作
117	3/11	糸島漁協	4	カキボイル
118	3/13	糸島漁協	11	カキボイル
119	3/14	福岡市漁協	1	魚類冷凍の試作
120	3/17	糸島漁協	5	カキボイル
121	3/25	糸島漁協	5	カキボイル
122	3/26	糸島漁協	4	カキボイル
123	3/26	山下商店	2	ヒジキ加工
124	3/27	糸島漁協	5	モズク加工
125	3/28	山下商店	1	ワカメ加工
126	3/31	糸島漁協	4	カキボイル
合計			977	

有明海漁場再生対策事業 －放流ハマグリの子苗生産－

後川 龍男

有明海漁業振興技術開発事業の一環で放流ハマグリの子苗生産を行ったので、その概要について報告する。

方 法

1. 親養成と採卵

採卵用親貝には、糸島市加布里産および福岡県有明海産を用いた。事前に入手した親貝は福岡市西区の唐泊漁港内および糸島市地先に垂下飼育するとともに、加布里干潟産の一部は加布里干潟の2カ所でカゴに収容して養成した。採卵前日までにセンターへ持ち帰り、採卵まで水温20℃で馴致飼育した。

採卵には35℃に加温したUV海水を用い、親貝を干出したのち30℃以上までの昇温、自然水温までの降温、さらに再度30℃以上までの昇温刺激を連続して与え、同時に媒精も行った。受精卵を20μmのネットで取り上げて洗卵し、30Lパンライト水槽に収容、計数した。翌日以降浮上した幼生を回収して計数し、飼育水槽に収容した。

2. 幼生飼育

浮上したD型幼生は、1tアルテミア水槽に収容し、止水で飼育した。餌は市販の濃縮パブロバ、濃縮イソクリシス、キートセロスカルシトランスおよびグラシリスを1日2回給餌した。換水は随時実施した。

3. 着底稚貝飼育

着底期幼生の出現後に幼生を回収し、ダウンウェリング飼育に移行した。餌はキートセロスカルシトランスおよびグラシリスを1日2回程度給餌した。成長した着底稚貝の一部を中間育成装置（かぐや）に収容して今津地先に沖出しした。

結 果

1. 親養成と採卵

事前に入手した親貝の肥満度（＝むき身湿重量（g）／殻長×殻高×殻幅（cm））の推移を図1に示した。糸

島地先および唐泊漁港内垂下群の肥満度は加布里干潟養成群よりも早い時期から高まり、かつ肥満度のピークも高くなった。また組織観察でも、肥満度の向上とともに早い時期から成熟度が高まる様子が観察された。このことから、垂下飼育による親貝養成の有効性が示唆された。

また加布里干潟では岸側よりも干出時間の短い沖側で養成した群の肥満度が高くなった。垂下飼育の結果とあわせると、水中滞在時間が長いほど肥満度向上や成熟度向上につながる可能性が高い。肥満度や成熟度が高まる要因としては、摂餌時間の差や、干出や温度変化といったストレス強度の差が想定される。

合計3回実施した採卵の結果は表1のとおりである。総採卵数は 3.1×10^8 個、D型幼生の総回収数は 1.2×10^8 個となり、D型幼生の回収率は17～99%であった。1回目昇温時の媒精にはほぼ無反応であったが、2回目昇温時の媒精にはよく反応し、大量の放精放卵が見られた。

2. 幼生飼育

幼生飼育の結果および飼育条件を表1および2に示した。D型幼生 1.2×10^8 個から 5.3×10^6 個の着底期幼生が得られ、着底率は1.7～5.2%であった。卵黄磨細物「らんまOH」を添加した水槽はいずれも浮遊幼生が全滅せず着底したことから、添加の有効性が示唆された。

3. 着底稚貝飼育

着底稚貝の成長を図2に示した。2R群については日齢41日の時点で平均殻長683μm、生残数 2.1×10^5 個となり、このうち 1.2×10^5 個を有明海に直接放流、 3.0×10^4 個をかぐやに収容し、残り 6.0×10^4 個を引き続きダウンウェリング飼育した。日齢50日程度で平均殻長が1mm程度に達したが、平均殻長が1.5mmを超えると成長が鈍った。10月に2R、3Rのダウンウェリング飼育群を全数取り上げ、平均殻長 1.4 ± 0.3 mm、 1.0×10^4 個を有明海に放流した。

なおかぐやを用いた中間育成については、収容後2週間まで成長、生残とも良好だったものの、その後はかぐや内部で繁殖したホトトギスガイや多毛類の棲管に稚貝が取り込まれ、成長不良や大量斃死が見られた。

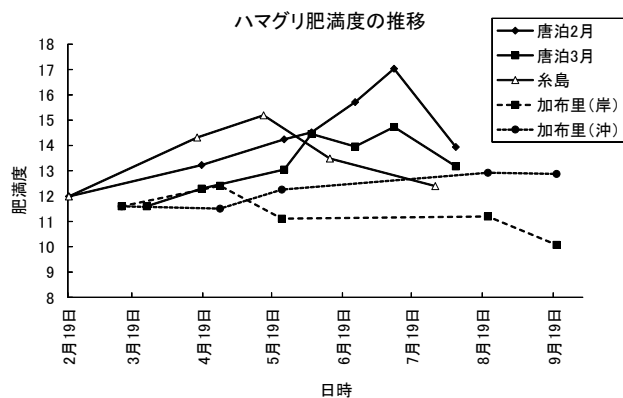


図 1 親貝の肥満度の推移

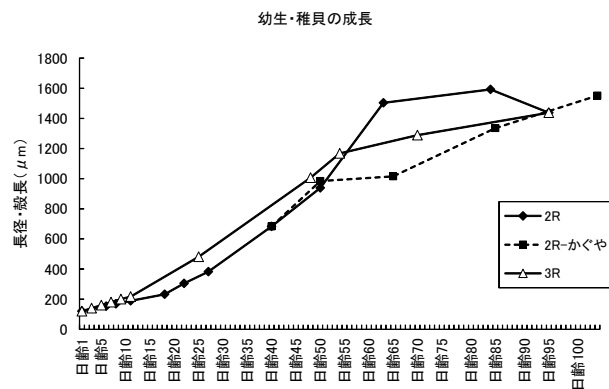


図 2 D型幼生から稚貝までの成長

表 1 種苗生産の結果

採卵回次	日時	親貝	採卵数	D型幼生 取上数	取上率 (%)	ダウンウエリング 移行数	移行率 (D型から)	直接放流 (0.7mm)	放流数 (1.4mm)
1R	6月6日	唐泊垂下群100個	720,000	530,000	74	9,000	1.7	—	—
2R	6月26日	唐泊垂下群400個	82,820,000	82,060,000	99	4,242,000	5.2	120,000	9,650
3R	7月11日	唐泊垂下群400個	230,640,000	38,590,000	17	1,000,000	2.6	—	—
合計			314,180,000	121,180,000	39	5,251,000	4.3	120,000	9,650

表 2 浮遊幼生飼育の条件

	飼育期間(日数)	水温(°C)	餌	餌の量 (cells/ml × 2回/日)	飼育海水(0.5 μmろ過)
1R	6月7日～6月22日(16日)	20.8～25.3	ハブローバ・イソクリス・キートセロ スカルシトランス・グラシリス	7000～20000	100%海水
2R	6月27日～7月8日(12日)	23.0～26.3	ハブローバ・イソクリス・キートセロ スカルシトランス・グラシリス	13000～30000	100%海水→80%海水
3R	7月12日～7月19日(8日)	26.2～29.3	ハブローバ・イソクリス・キートセロ スカルシトランス・グラシリス	18000～20000	100%海水→80%海水