

# I 調査課題名 人工マウンドの増殖効果算出調査

## II 実施機関、担当者名

財団法人 漁港漁場漁村技術研究所 伊藤靖、松本卓也、三浦浩、田中浩生

## III 実施年度 平成 21 年度～23 年度

## IV 緒言

人工マウンドにおける便益算定項目の考え方の中で、増殖効果については調査場所が沖合の大水深であることから、限られた海域の調査により算定している。本調査では、これまでに実施してきた現地調査を補強することにより、予測精度の向上を図るとともに、事後評価を実施する際の必要な調査項目について取りまとめる等により人工マウンド礁に係る評価手法を確立する。

### (1) 人工マウンド内部の魚類蝟集効果

ブロックや石材を乱積みした人工マウンドでは、積み重なった隙間を魚類がどのように利用しているかを確認された研究例は見当たらない。

このため、人工マウンドの魚類蝟集効果を定量的に把握するためには、従来把握されていない人工マウンドの内部への魚類蝟集効果や増殖効果について、潜水調査や生物調査等を用いた調査手法を開発し、対象海域の人工マウンドにおいて調査を実施することにより、便益につながる効果について検証する必要がある。

よって、本調査では、人工マウンドの内部への魚類蝟集と付着生物の分布域の把握のための潜水目視観察調査、付着生物分布現場試験を2ヵ年にわたって実施し、調査手法の開発及び効果の定量化を図るものとする。

### (2) マウンドの湧昇効果範囲の把握

人工マウンド周辺海域において、実測による効果の把握とその手法開発を目的として、プランクトンの分布、流況、水質、底生生物、魚類の蝟集状況等に関する必要な調査を実施し、湧昇効果と環境因子との関連について抽出するものである。

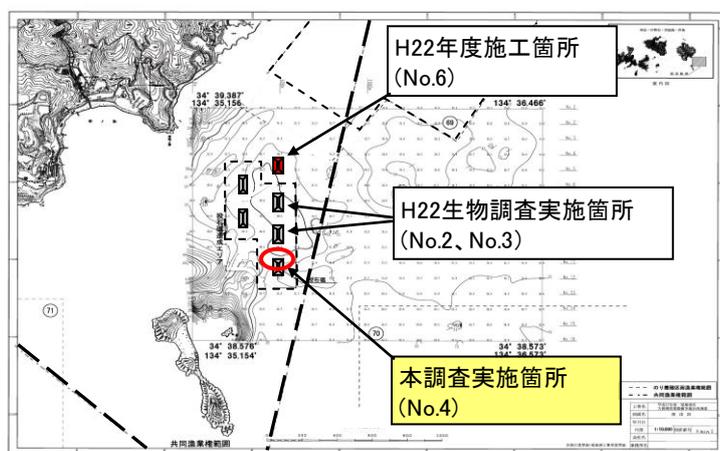
ここで、人工マウンドの湧昇効果の推定方法は、流況シミュレーションから湧昇流量を求め、栄養塩添加量を推定して、様々な係数を用いて生物の増産量を予測している。一方、現地調査により湧昇効果を確認する方法としては、人工マウンド周辺における流速測定、栄養塩分布、動物プランクトン分布、魚類分布あるいは、人工マウンドにおける付着生物分布や周辺海底における底生動物分布が挙げられる。本調査では、人工マウンドの湧昇効果を面的に把握するために、動物プランクトン分布調査、人工マウンドへの魚類蝟集（分布）効果を把握するために、ROV 観測、漁獲調査、標本船調査、増殖効果を把握するために、底質・底生生物調査、胃内容物調査、産卵場としての利用調査を実施し、人工マウンドの湧昇効果範囲と環境因子の関連を多角的に把握する。

## V 方法

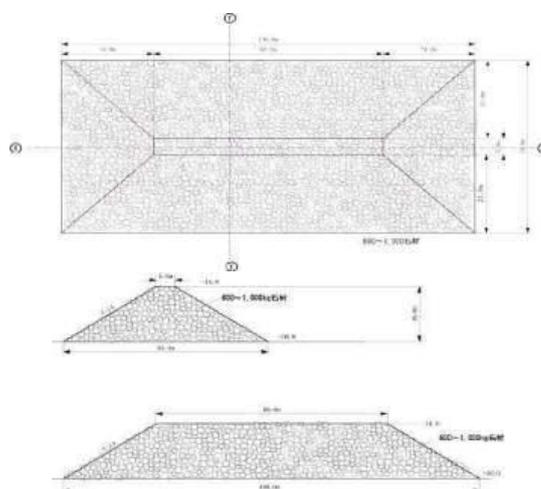
### V.1 人工マウンド内部の魚類増集効果

#### (1) 調査場所

家島諸島海域の兵庫県姫路市家島町宮男鹿島地先石材礁（以降マウンド礁（図1））



家島諸島海域  
（兵庫県姫路市家島町宮男鹿島地先）



家島諸島海域調査対象魚礁  
（水深 30m、108m × 53m × 高さ 16m）

図1 調査位置図

#### (2) 調査方法

##### ① 人工マウンド内部への付着生物分布現場試験（増殖効果把握）

人工マウンドに魚礁の空隙にみたとした塩ビ管（長さ 3m、直径 20cm と 30cm の 2 種類、長さ 5m、直径 20cm の 1 種類）を、図-2、3 に示す要領で石材礁の天端（水深 15m）、法面（水深 23m）、法尻（水深 30m）の 3 層に平成 22 年 8 月 21 から 8 月 23 日に設置した。

設置は、石材上にチェーン等により固定して静置し、設置本数は（2 径 × 3 本/径 + 1 径 × 1 本/径） × 3 層 = 21 本とし、塩ビ管の奥側はふさぐこととした（写真-1、2）。

平成 23 年 7 月 14、15 日、24 年 1 月 21、22 日に塩ビ管 12 本（（2 径 × 1 本/径） × 3 層 × 2 回）を回収した。

回収後は、塩ビ管を 25cm ごとに鋸等を用いて輪切りにし（1 本あたり 12 試料、144 試料）、管内の付着生物を取り出し、10%ホルマリンにより固定した。

固定した試料を持ち帰り、分類群ごとに湿重量の計測を行った。なお、分析する分類群は門レベルとし、一部分類群については、平成 15 年度水産基盤整備生物環境調査「原単位把握のための調査」（魚礁事業における増殖効果指標検討調査）報告書（水産庁漁港漁場整備部、財団法人漁港漁場漁村技術研究所）に従い、餌料動物、選好性餌料動物、その他の餌料動物に分類可能な分析を行った。なお、25cm の輪切りにした  $\phi$  20、30 cm の塩ビ管の各試料中の個体数、湿重量はそれぞれ  $0.16 \text{ m}^2$  ( $2 \times \pi \times 0.1 \times 0.25$ )、 $0.24 \text{ m}^2$  ( $2 \times \pi \times 0.15 \times 0.25$ ) で除して単位面積当たりとした。

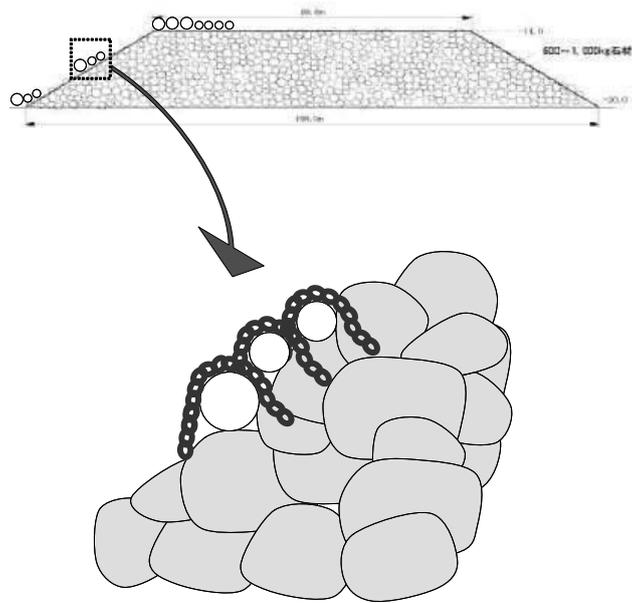


図2 付着生物分布現場試験の設置位置（断面図）

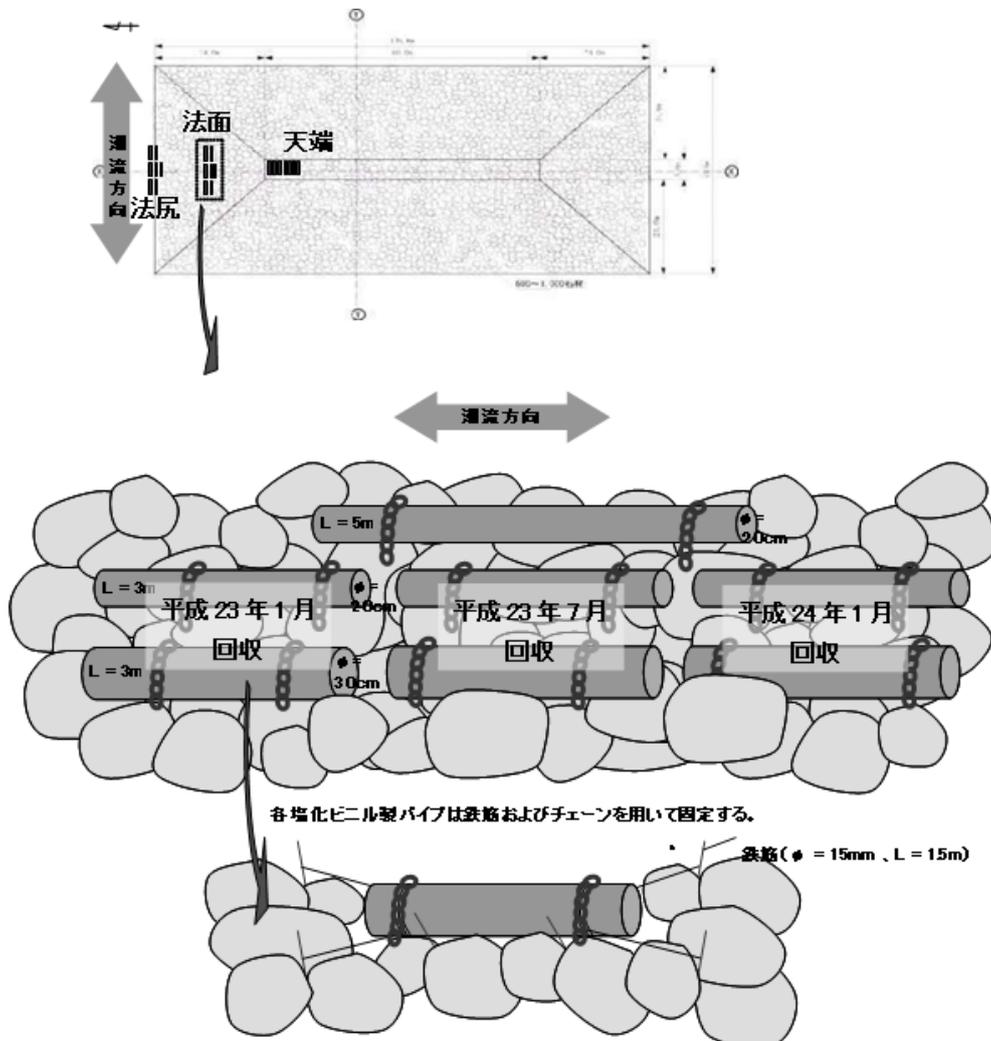


図3 付着生物分布現場試験の設置位置（平面図）



写真-1 回収した塩ビ管(天端①) H23. 7



写真-2 回収した塩ビ管(天端②) H23. 7



写真-3 回収した塩ビ管(法面) H23. 7



写真-4 回収した塩ビ管(法尻①) H23. 7



写真-5 回収した塩ビ管(法尻②) H23. 7



写真-6 回収した塩ビ管(天端) H24. 1



写真-7 回収した塩ビ管(法面) H24. 1



写真-8 回収した塩ビ管(法尻) H24. 1



写真-9 塩ビ管切断・付着生物採取状況

② 人工マウンド内部への蛸集状況調査（潜水調査）

付着生物分布現場試験を行うための塩ビ管の回収時に、塩ビ管の設置層において、潜水土の目視観察による人工マウンド内部への魚類の蛸集状況を観察した。また、水温の鉛直観測等を行った。

表 1 調査項目と工程

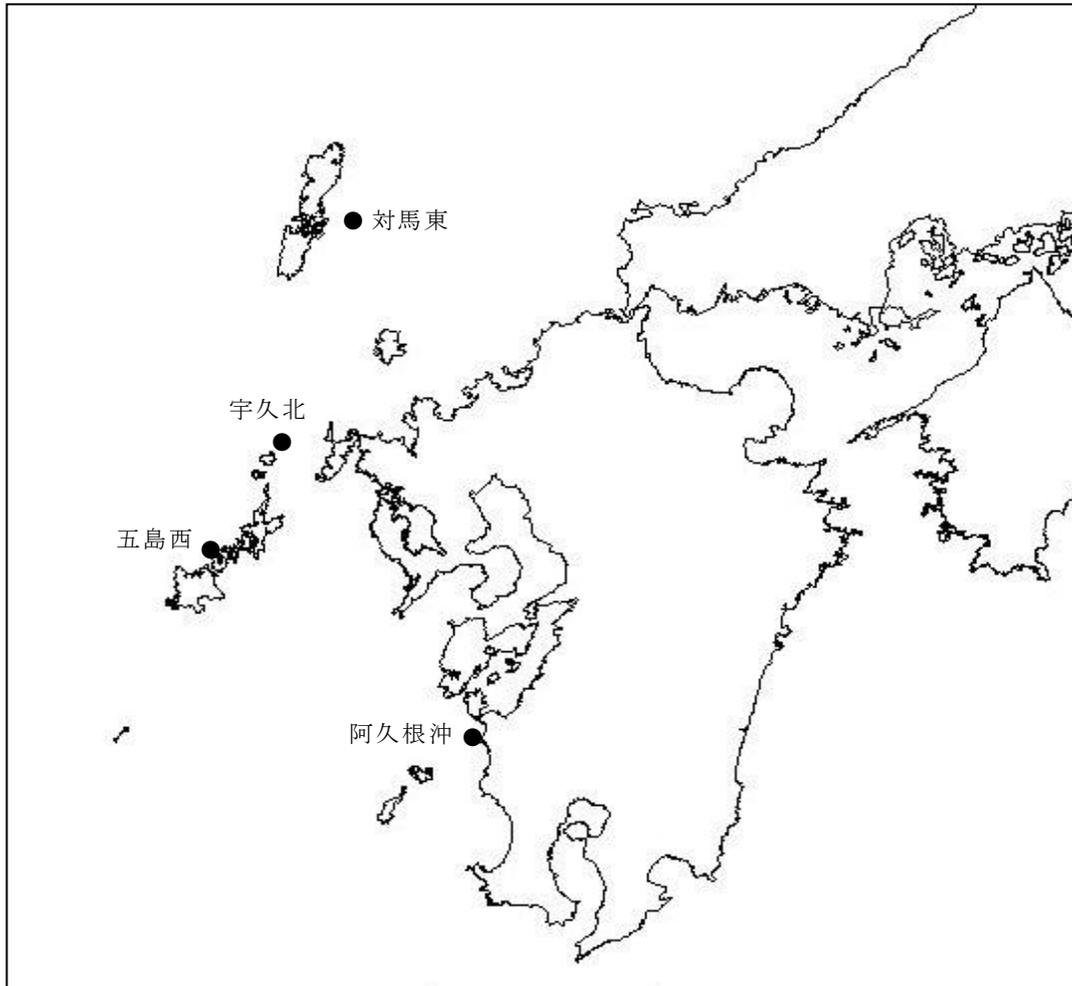
項目		年月	平成22年								平成23年		
			5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
付着生物分布 現場試験	設置				●								
	回収										●		
蛸集状況把握 (潜水調査)	魚類観察				●						●		
	水質				●						●		
	プランクトン				●								

項目		年月	平成23年								平成24年		
			5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
付着生物分布現場 試験	回収			●							●		
蛸集状況調査 (潜水調査)	魚類観察			●							●		
	水質			●							●		

## V.2 マウンドの湧昇効果範囲の把握

### (1) 調査場所

長崎県対馬東、宇久北、五島西及び鹿児島県阿久根沖の既設マウンド礁（図4）マウンド礁の諸元を表2に、平面図を図5に示した。



対馬東マウンド礁	北緯 34° 24.704′	東経 129° 29.157′
宇久北マウンド礁	北緯 33° 21.161′	東経 129° 10.229′
五島西マウンド礁	北緯 32° 51.950′	東経 128° 48.200′
阿久根沖マウンド礁	北緯 31° 59.550′	東経 130° 05.705′

図4 調査点位置図

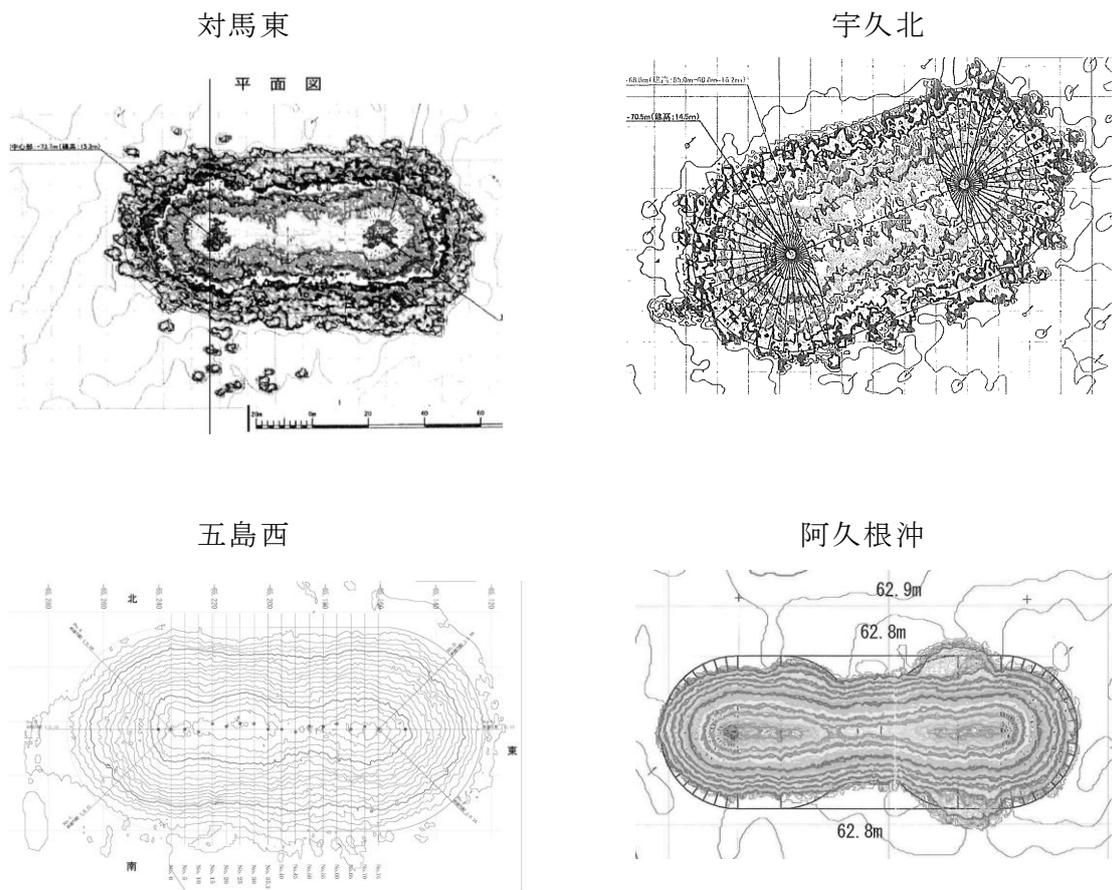


図5 マウンド礁平面図

表2 マウンド礁の諸元

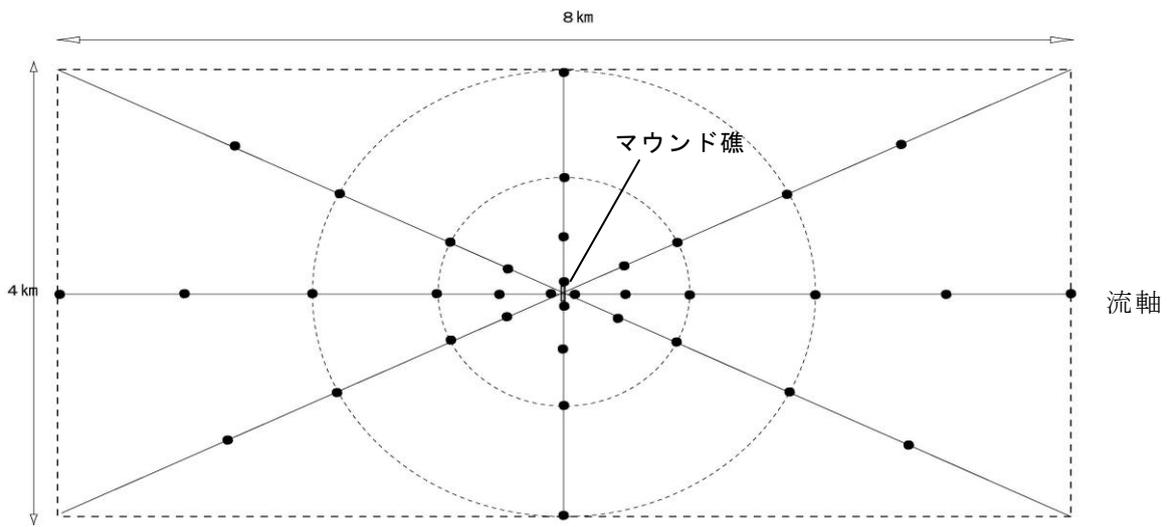
	長さ	幅員	高さ	材質	水深	竣工
対馬東	120m	60m	15m	石炭灰コンクリート	89m	平成18年6月
宇久北	120m	60m	15m	石炭灰コンクリート	85m	平成18年4月
五島西	150m	75m	15m	石材	84m	平成19年12月
阿久根沖	190m	70m	20m	石材	63m	平成18年6月

(2) 調査方法

調査課題に資する各種情報を収集するため、表3に示す方法で調査を実施した。また、表4に調査の実施時期を示した。

表 3 調査方法

項目		ねらい	調査方法
魚礁効果調査	ROV 調査	マウンド礁への魚類の蛸集状況及び生物付着状況の把握	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ROV によりマウンド礁に蛸集する魚類の種類、尾数、全長について調査した。</li> <li>・ 付着生物の種類、被覆率を観察した。</li> <li>・ 対馬東においては付着板を回収して付着生物の種類、重量を計測した。</li> </ul>
	漁獲調査	マウンド礁への魚類の蛸集状況の把握(魚体サイズ等の精査)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 釣り及び刺網で採捕した魚類の種類、尾数、重量、全長を調査した。</li> </ul>
	胃内容物調査	湧昇を起点とする食物連鎖の確認。マウンド付着動物利用の確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 釣り及び刺網で採捕した魚類の胃内容物の種類、重量を計測した。</li> </ul>
	産卵調査	マウンド礁で産卵する魚種の特定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 釣り及び刺網で採捕した魚類の卵巣の重量、卵数を計測した。</li> <li>・ 卵巣の組織切片を作成し、検鏡観察により表 2.4 の査定表に基づき成熟度を判定した。</li> </ul>
湧昇効果調査	底生生物調査	プランクトンの死骸等有機物の沈降に伴う底生餌料動物の増産範囲及び増産量の計測	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 図 2.3 に示すマウンド礁周辺の 36 点でグラブ式採泥機を用いて、底質 0.1 m<sup>2</sup>を採取し、餌料動物の種類、個体数、重量を計測した。</li> </ul>
	底質調査	周辺域の底質粒度及び強熱減量の分布から、構造物の設置により、流況変化や有機物沈降量の増加が生じているかを確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 図 2.3 に示す 18 点でグラブ式採泥機を用いて底質 0.05 m<sup>2</sup>を採取し、粒度組成、強熱減量を計測した。</li> </ul>
	水温分布調査	周辺域の水温鉛直分布から湧昇の発生を考察	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 図 2.3 に示す流軸上の 12 点で海面から海底まで STD 水温塩分計により 1m ピッチで水温を測定した。</li> </ul>



注 1. 底生生物調査は全測点で実施、注 2. 底質調査は流軸及び流軸に直交する測線で実施、注 3. 水温測定は流軸の測線で実施

図 6 底生生物・底質調査点配置図

表 4 調査時期

対馬東(平成21年度)

	平成21年度										
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	
漁獲調査		○							○		○
ROV調査		○									
産卵調査		○							○		○
胃内容物調査		○									
底生生物調査		○									
底質調査		○									
水温分布調査		○									

阿久根沖(平成21～22年度)

	平成21年度										平成22年度									
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月		
漁獲調査	○	○		○				○		○				○		○				○
ROV調査														○						
産卵調査	○	○						○		○				○		○				○
胃内容物調査	○	○						○		○				○		○				○
底生生物調査				○										○						
底質調査				○										○						
水温分布調査				○										○						

宇久北(平成22～23年度)

	平成22年度										平成23年度									
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月		
漁獲調査					○		○	○		○		○					○			
ROV調査					○							○								
産卵調査					○		○	○		○		○					○			
胃内容物調査					○		○	○		○		○					○			
底生生物調査					○							○								
底質調査					○							○								
水温分布調査					○							○								

五島西(平成23年度)

	平成23年度									
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
漁獲調査					○				○	
ROV調査					○					
産卵調査					○				○	
胃内容物調査					○				○	
底生生物調査					○					
底質調査					○					
水温分布調査					○					

## VI 結果および考察

### VI.1 人工マウンド内部の魚類溜集効果

#### 1 人工マウンド内部への付着生物分布現場試験（増殖効果把握）

##### (1) 塩ビ管内の付着生物

塩ビ管を設置して約1年が経過する平成23年7月、約1.5年が経過する平成24年1月に回収した、設置層別の選好性餌料（環形動物、フジツボ類を除く節足動物）、フジツボ類、餌料動物（軟体動物、棘皮動物、脊椎動物）、その他（海綿動物、触手動物、脊索動物）の設置層別の分布を図1.1に、各塩ビ管の水平方向の分布を図1.2に示す。

塩ビ管内の付着生物の湿重量は、平成23年7月では、 $\phi 20$ 、30 cmの塩ビ管ともに法尻部から天端部にかけて大きくなる傾向がみられた。これは、法尻部から天端部にかけて水深が浅くなるとともに流れが速くなり、これに伴い着底基盤となる塩ビ管への流量が天端部で大きくなるために、付着生物の着底頻度が高くなったことによるものと考えられる。また、単位面積あたりの付着生物の湿重量は、 $\phi 30$  cmの塩ビ管の方が $\phi 20$  cmのものに比べて大きいものであり、間隙の大きさの違いによって付着生物の成長が異なる可能性がある。

塩ビ管内における付着生物の水平方向の分布は、天端および法面部で閉鎖側から開放側にかけて密度が高くなる傾向がみられた。塩ビ管の閉鎖側の最奥（275-300cm）で付着生物量が大きくなるのは、塩ビ管内の途中で着底する機会を逃した付着生物が溜まったことによるものと考えられる。

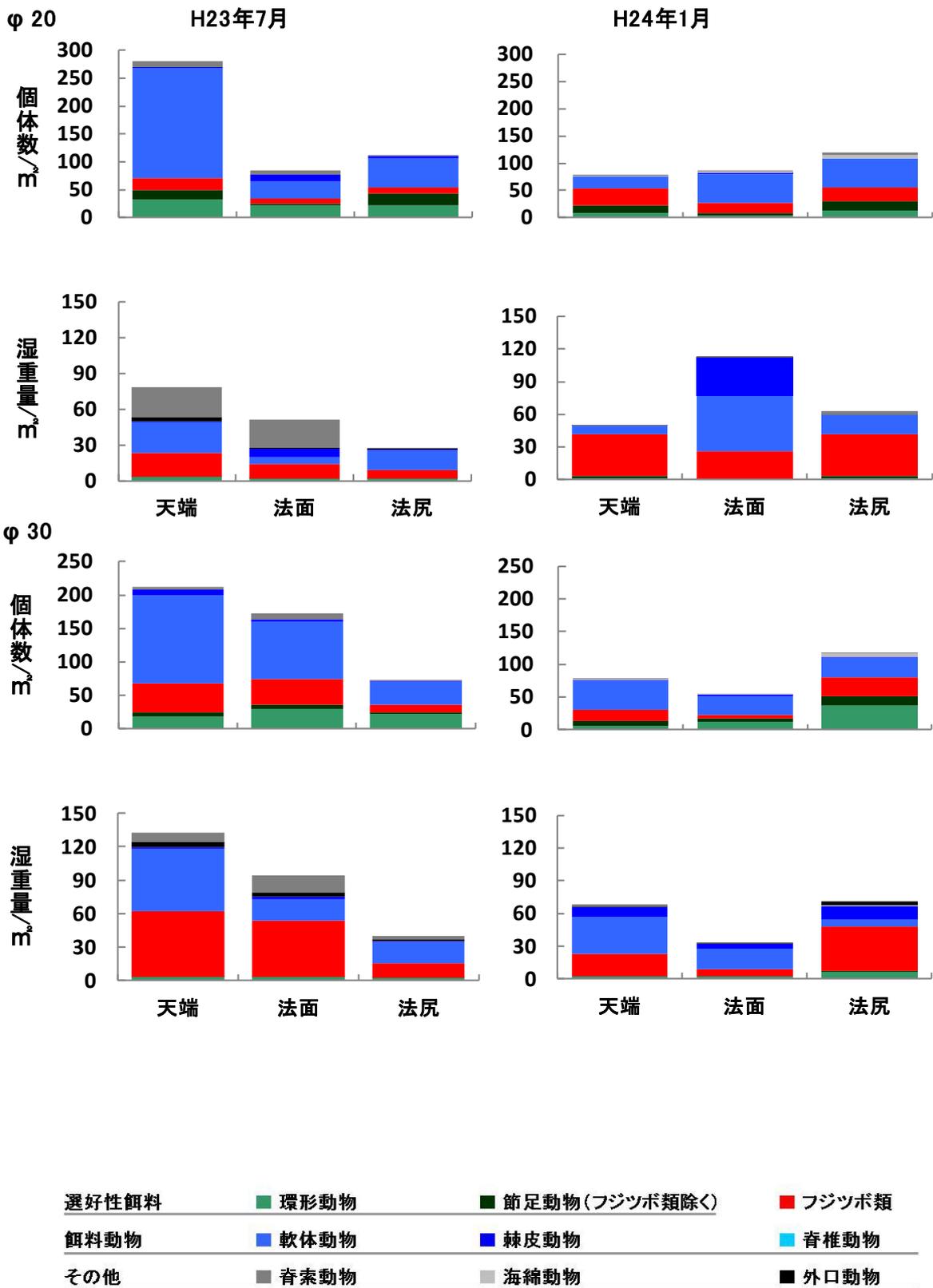


図 1.1 付着生物分布状況 (φ 20、30 平成 23 年 1 月、7 月、24 年 1 月)

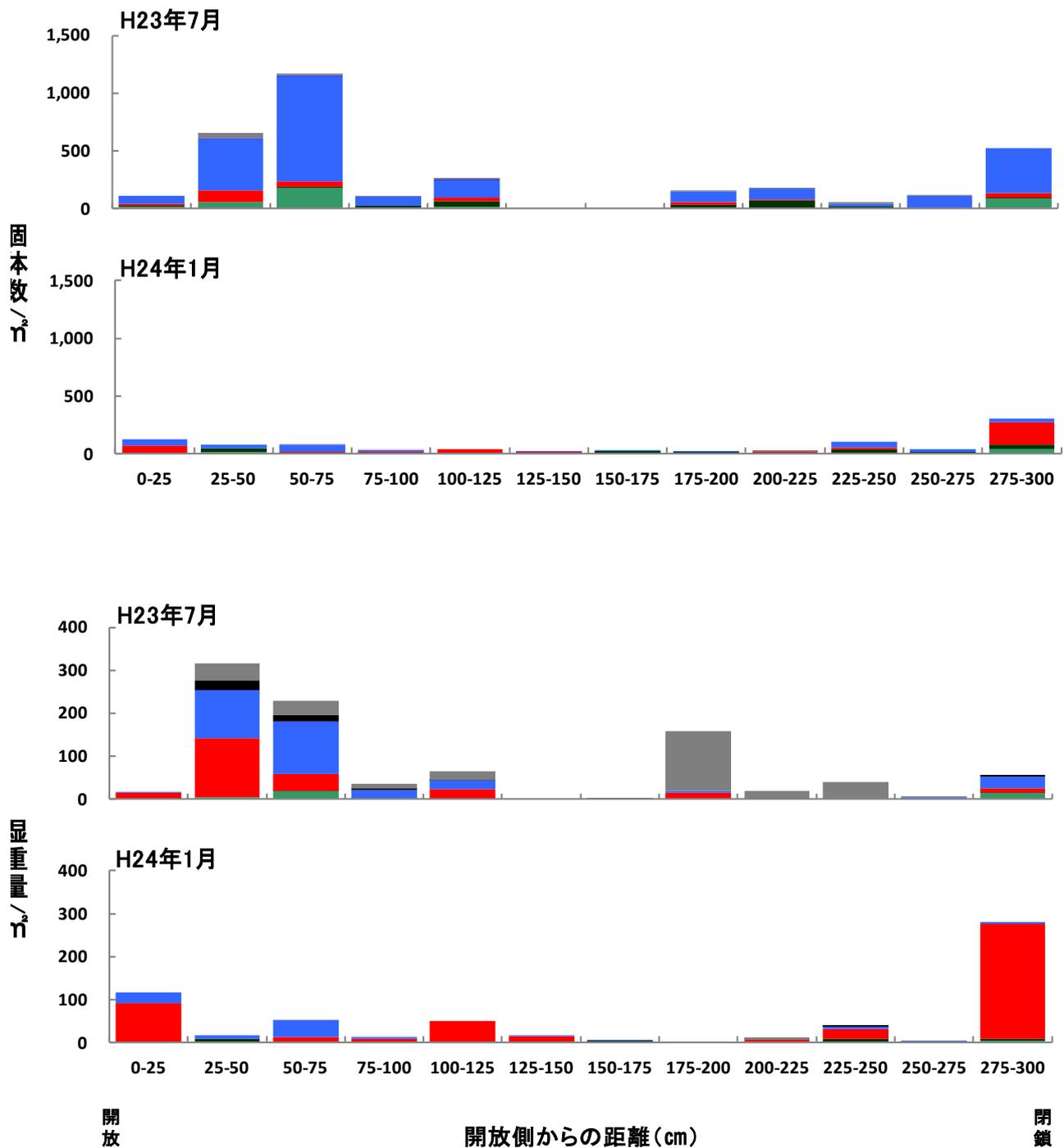


図 1.2(1) 付着生物分布状況 (天端部、φ20、平成 23 年 1 月、7 月、24 年 1 月)

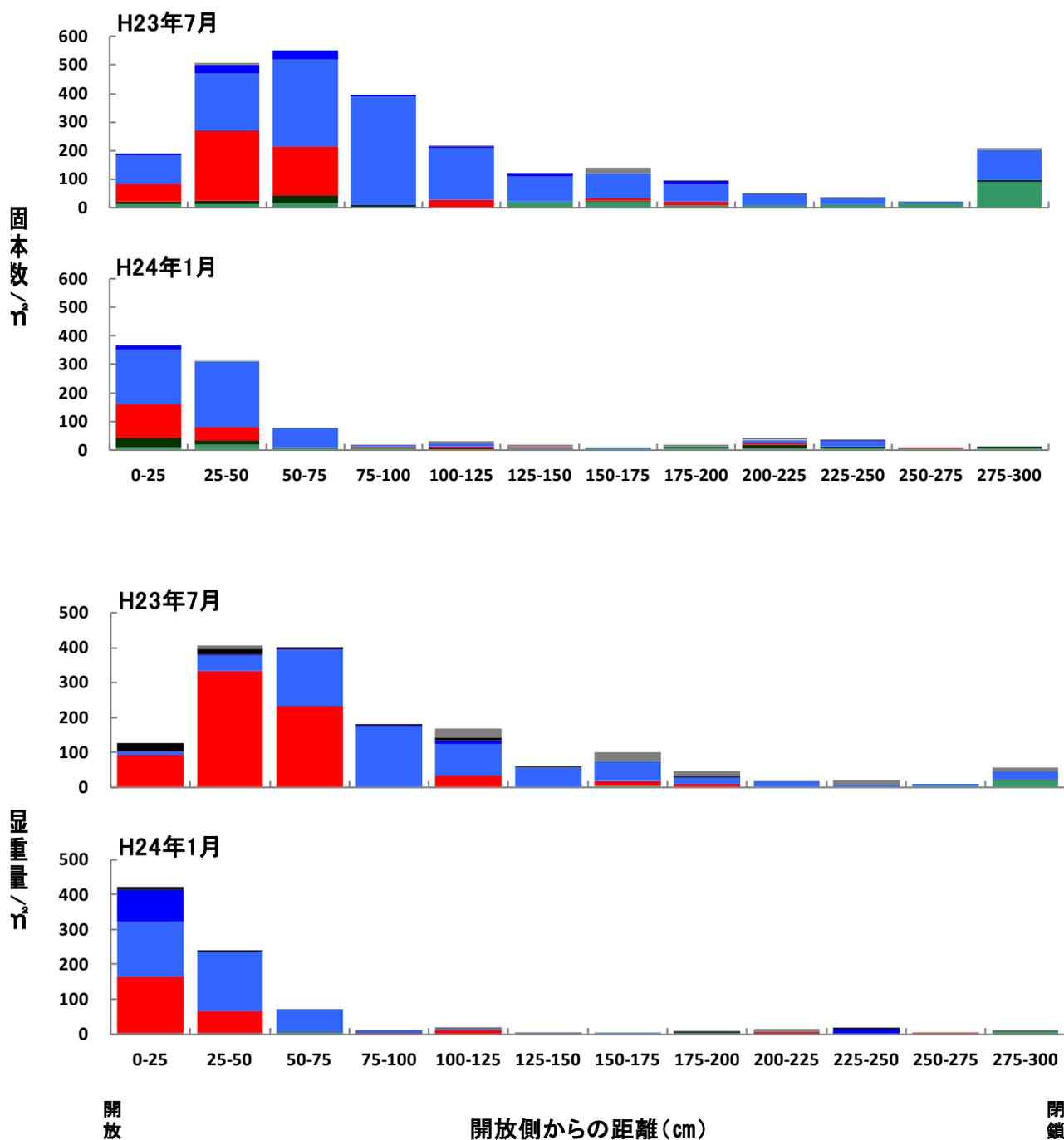


図 1.2 (2) 付着生物分布状況 (天端部、φ30、平成 23 年 1 月、7 月、24 年 1 月)

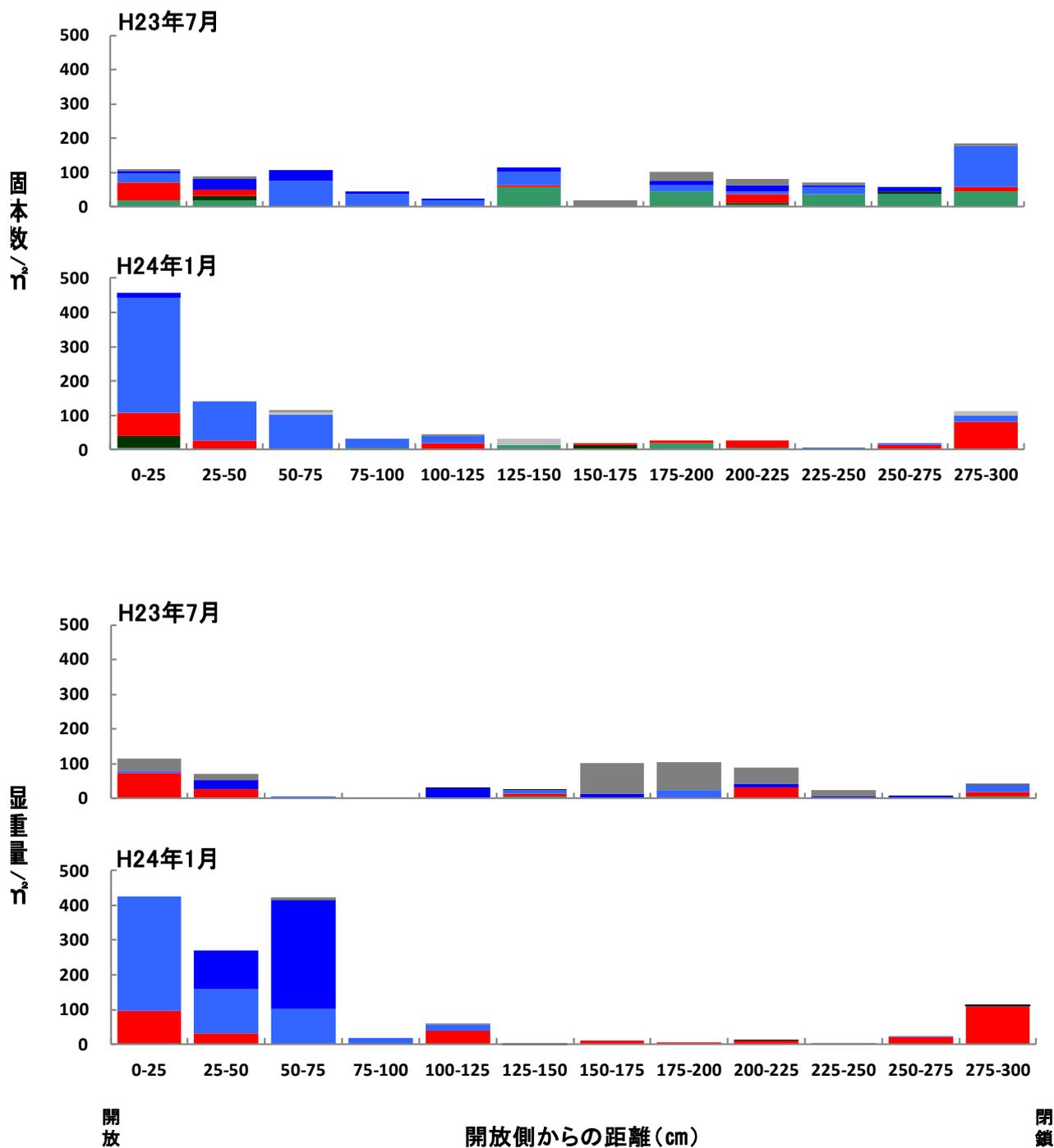
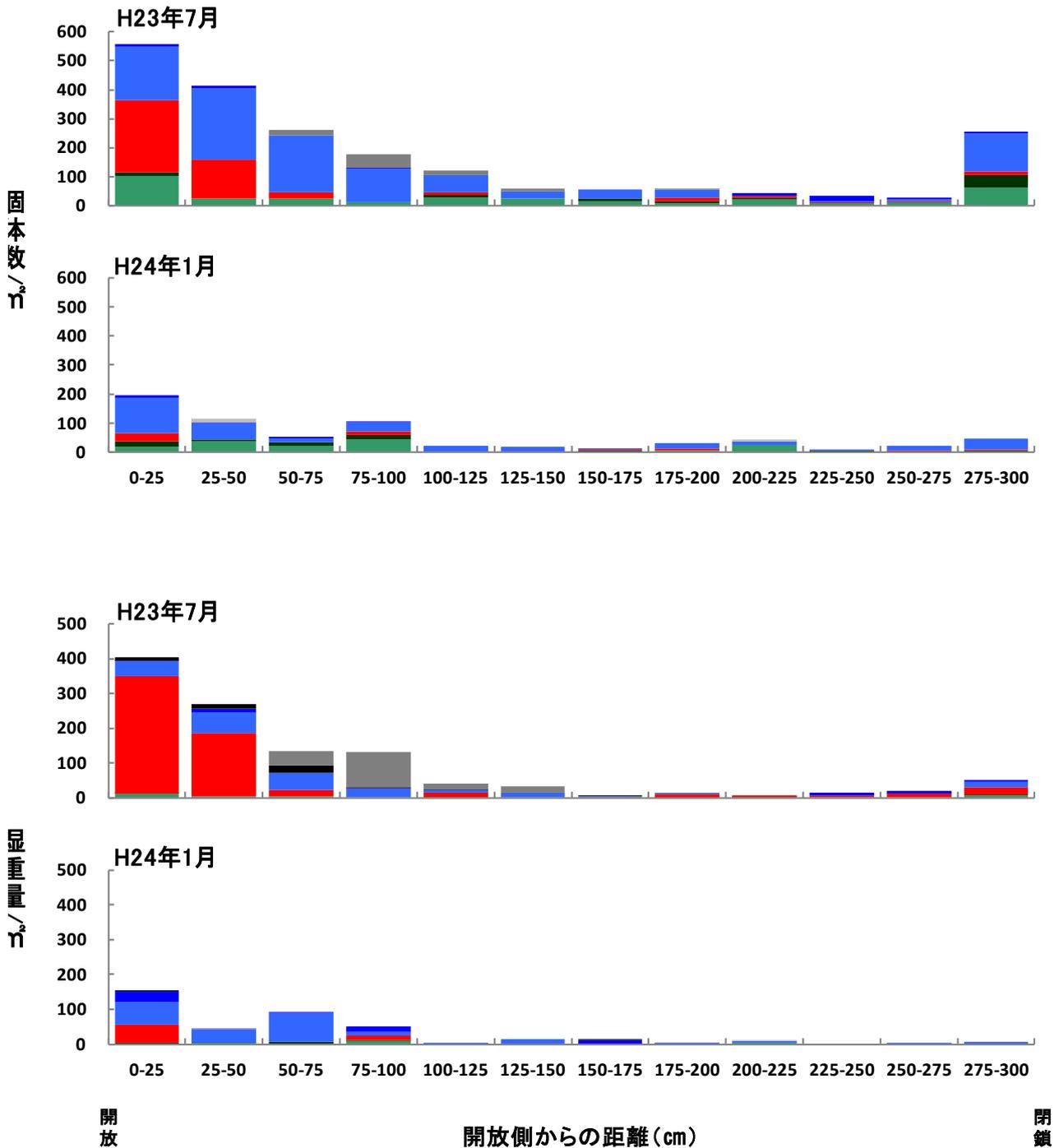


図 1.2(3) 付着生物分布状況 (法面部、φ20、平成23年1月、7月、24年1月)



選好性餌料	環形動物	節足動物 (フジツボ類除く)	フジツボ類
餌料動物	軟体動物	棘皮動物	脊椎動物
その他	脊索動物	海綿動物	外口動物

図 1.2(4) 付着生物分布状況 (法面部、φ30、平成 23 年 1 月、7 月、24 年 1 月)

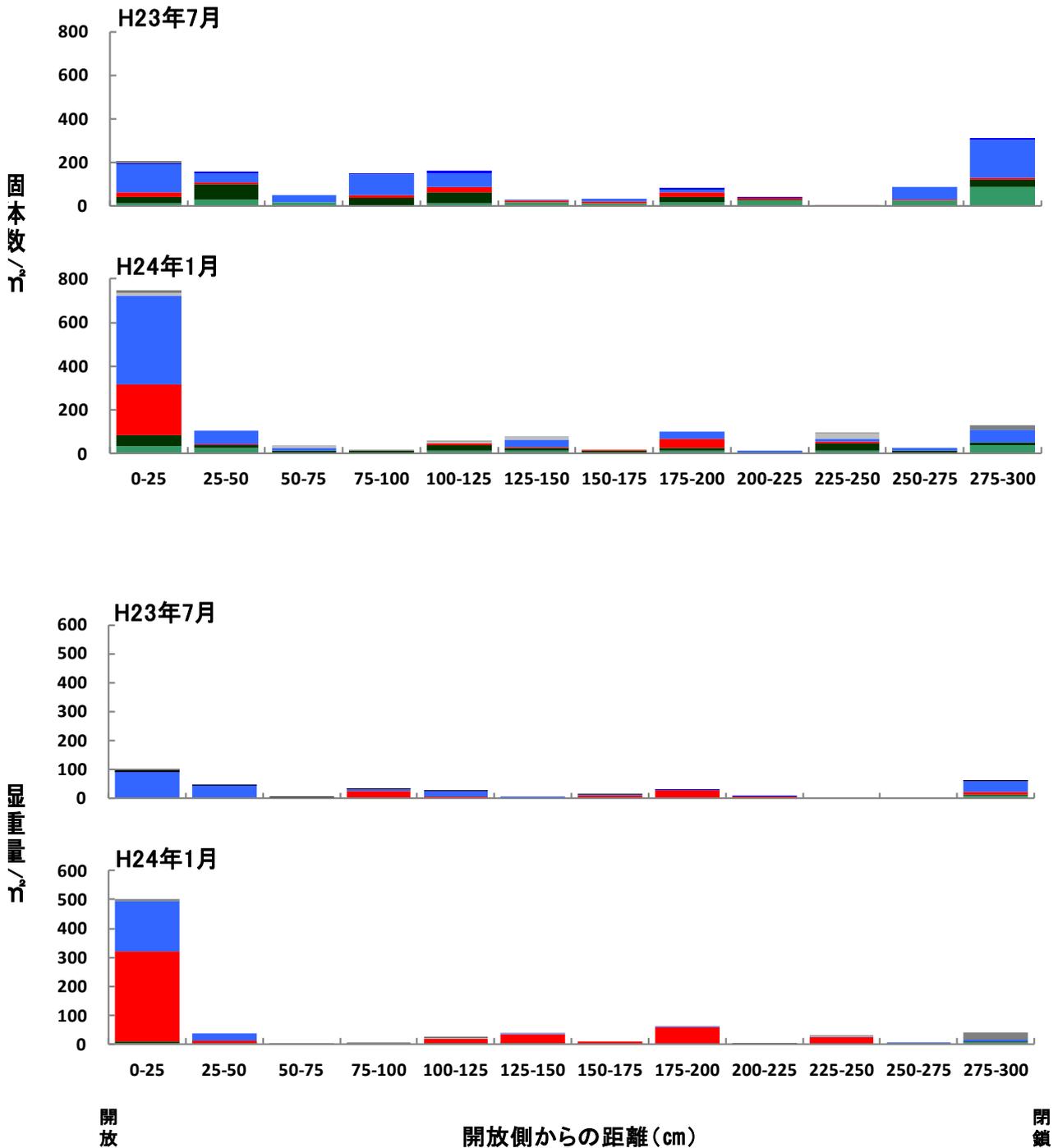


図 1.2(5) 付着生物分布状況 (法尻部、φ20、平成23年1月、7月、24年1月)

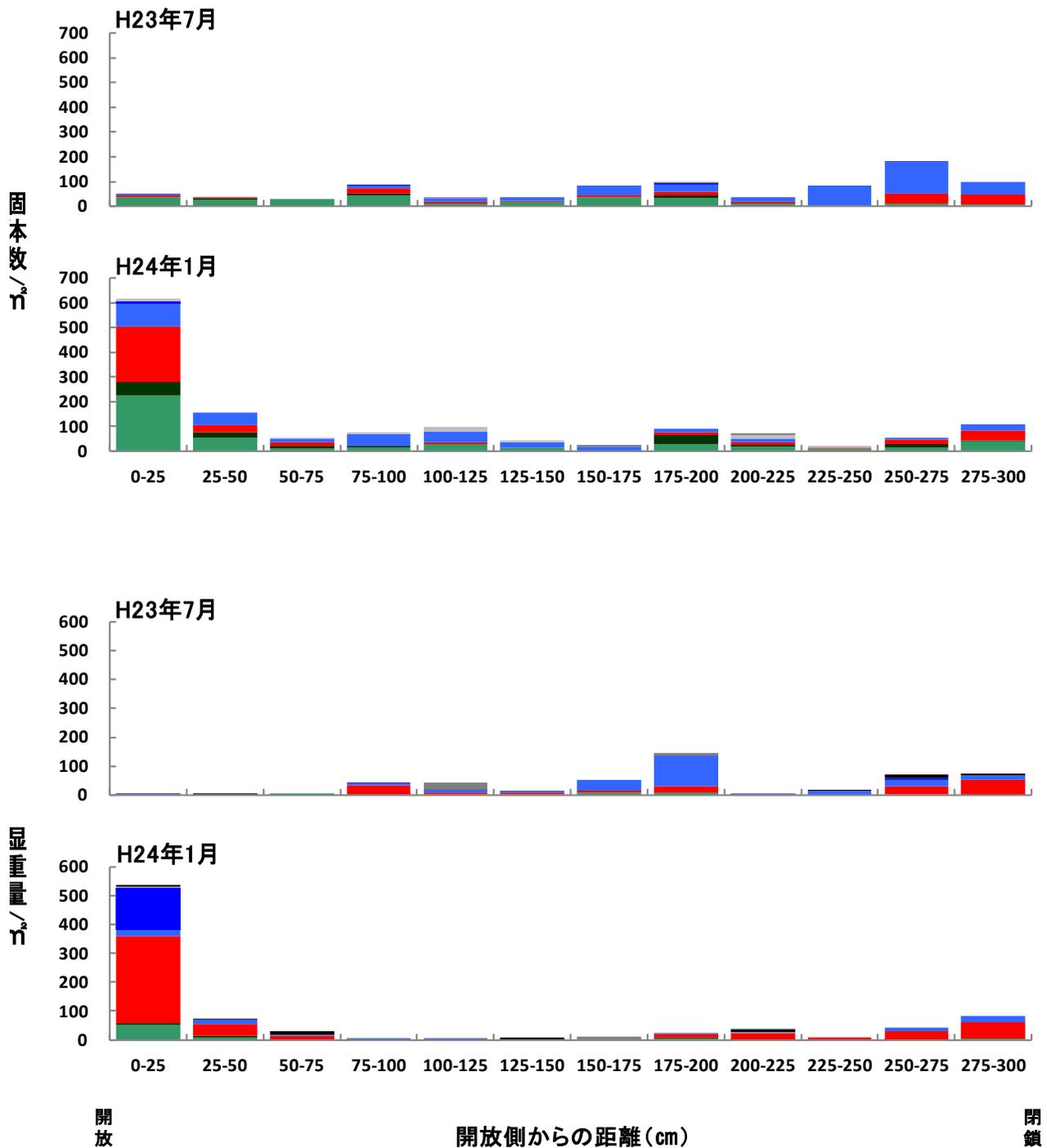


図 1.2(6) 付着生物分布状況 (法尻部、φ30、平成 23 年 1 月、7 月、24 年 1 月)

## (2) 塩ビ管外の付着生物

平成 24 年 1 月に回収した塩ビ管について、塩ビ管の外側の付着生物についてもサンプルを採集し、分析した。塩ビ管内の付着生物と塩ビ管外の付着生物の関係を図 1.3 に示す。また、長崎県対馬沖の水深 90m における人工マウンドの表面に付着板を設置し、20 か月後に回収した際の付着生物と 24 年 1 月に回収した塩ビ管表面の付着生物を表 1.1 に、各設置物の設置水深と付着生物の合計の湿重量との関係を図 1.4 に示す。

選好性餌料、フジツボ類および餌料生物は、塩ビ管の外側と内側で正の相関がみられた。

対馬沖の水深 90m における人工マウンド表面の付着生物と本調査の塩ビ管の外側の付着生物は、出現する動物分類群の組成比が異なっていた。付着生物量は、水深が深くなるほど付着生物量が少なくなる傾向がみられた。

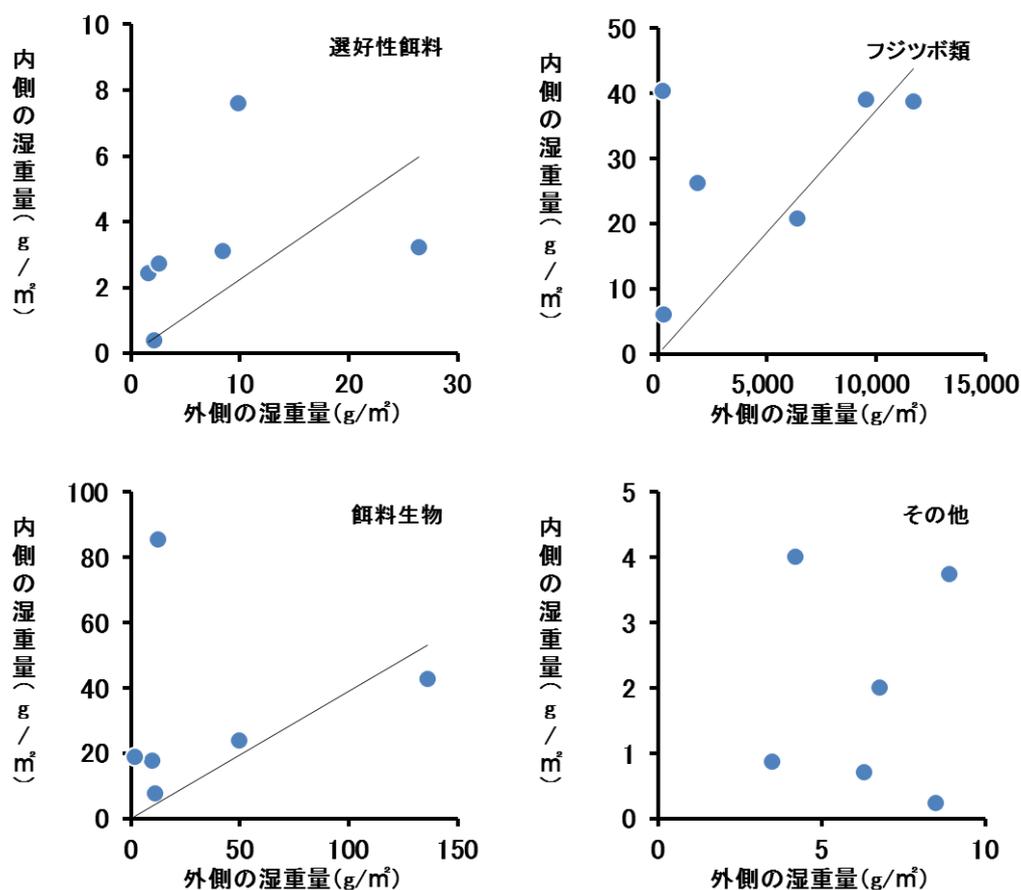


図 1.3 塩ビ管内と塩ビ管外の付着生物の関係（平成 24 年 1 月）

表 1.1 塩ビ管の外側の付着生物および水深 90m の人工マウンド表面における付着生物

海域	水深(m)	設置物	選好性	フジツボ	餌料	その他	合計
家島	15	塩ビ管(φ 20,外側)	8	9,551	11	6	9,576
	20	塩ビ管(φ 20,外側)	2	1,798	12	4	1,816
	30	塩ビ管(φ 20,外側)	26	11,716	10	9	11,760
	15	塩ビ管(φ 30,外側)	2	6,365	136	7	6,510
	20	塩ビ管(φ 30,外側)	3	255	50	8	316
	30	塩ビ管(φ 30,外側)	10	210	2	4	226
対馬	90	付着板	119	5	136	746	1,006

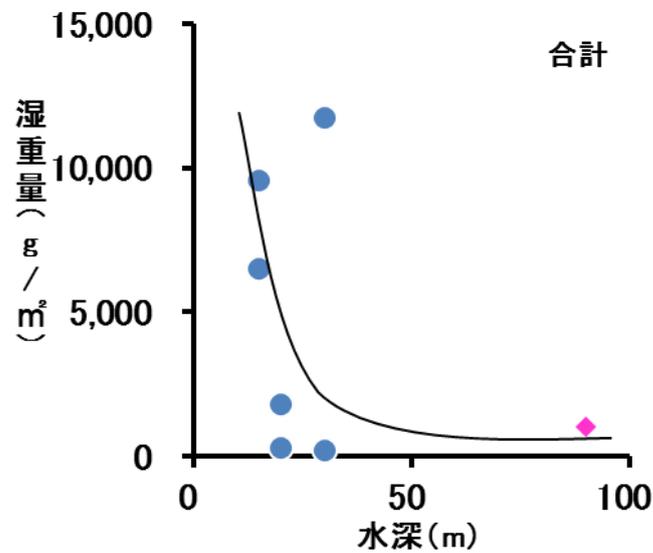


図 1.4 塩ビ管の外側の付着生物および水深 90m の人工マウンド表面における付着生物の関係

## 2 人工マウンド内部への蛸集状況調査（潜水調査）

### (1) 潜水観察

平成 23 年 7 月、24 年 1 月の塩ビ管回収時における魚類の観察結果を表 2.1 に示す。石材礁の間隙内で観察された魚類は、キジハタ、メバルおよびカサゴであった。

キジハタ（全長 5 cm）は、天端における小、中サイズの間隙で各 1 尾観察され、石材礁の表面では確認されなかった。

メバル（全長 10～15 cm）は、天端における大サイズの間隙で 1 尾、石材礁の表面では 8 尾確認され、法尻では大サイズの間隙で 1 尾確認され、石材礁の表面では確認されなかった。メバル（全長 15～20 cm）は、法面における大サイズの間隙で 2 尾、石材礁の表面では 21 尾観察された。

カサゴ（全長 15～20 cm）は、天端における大サイズの間隙で 1 尾、石材礁の表面で 4 尾確認され、法尻では大サイズの間隙で 1 尾、石材礁の表面で 3 尾確認された。カサゴ（全長 20～25 cm）は、法尻における中サイズの間隙で 1 尾、石材礁の表面で 3 尾観察された。

表 2.1 (1) 魚類の出現状況（平成 23 年 7 月 15 日）

種名・全長範囲(cm)	天端									法面									法尻								
	間隙内			表面			間隙内			表面			間隙内			表面											
	小	中	大	小	中	大	小	中	大	小	中	大	小	中	大	小	中	大									
	20×15×70	40×40×50	100×40×60	500×200	30×20×50	40×40×50	60×40×60	500×200	30×30×20	50×50×30	100×100×30	500×200															
キジハタ	5	1	1																								
マアジ	10～13						100<																				
メジナ	20～30						2				5																
クロダイ	30						1																				
ウミタナゴ	15～20						2																				
スズメダイ	10						50<				11																
ホシササノハベラ	15～20						5				3																
キュウセン	20～25						1											1									
	7～10						11																				
	15～20						8				7							1									
シモフリシマハゼ	20～25						1																				
	3～5						19				31							5									
	ハゼ科	3					2				3							12									
メバル	5～7					15				6																	
	10～15						8				10						1										
	15～20				1		4			2	21							2									
	20～25						3				4							3									
カサゴ	15～20				1		4				8						1	3									
	20～25						1				5			1				3									
アイナメ	15～20						1																				
カワハギ	15～20						1																				
ウマヅラハギ	25～30						9																				
アミメハギ	3～5						3																				
コモンフグ	5～7						4																				

表 2.1 (2) 魚類の出現状況 (平成 24 年 1 月 22 日)

種名・全長範囲 (cm)	天端				法面				法尻			
	間隙内			表面	間隙内			表面	間隙内			表面
	小	中	大		小	中	大		小	中	大	
	20×15×70	40×40×50	100×40×60	500×200	30×20×50	40×40×50	60×40×60	500×200	30×30×20	50×50×30	100×100×30	500×200
スズメダイ	5~7		2			3	7					
ホシササノハベラ	15~20						2					
	20~25						1					1
シモフリシマハゼ	3~5			3			7					6
ハゼ科	3						5					2
メバル	10~15				1				1			
	15~20		2			1	1	5			2	1
	20~25						1					1
カサゴ	10~15						4					3
	15~20	1		1			1					
	20~25						1					2
アイナメ	15~20						1					

## (2) 水質

平成 23 年 7 月 14 日、平成 24 年 1 月 21 日の水温、塩分の鉛直観測結果を図 2.1 に示す。

平成 23 年 7 月の水温は 0~10m で概ね 24°C で、10~14m にかけて水温が 23.6°C から 21.4°C に低下し、それ以深では海底まで徐々に低下し、天端の水深 15m では 21.2°C、法面の水深 23m では 20.5°C、法尻の水深 30m では 20.4°C であった。平成 23 年 1 月の水温は海面から海底まで 9.4°C であった。

平成 22 年 8 月の塩分は 0~10m で概ね 31.4psu で、10~14m にかけて塩分が 31.4psu から 31.7psu になり、それ以深では 31.7psu であった。平成 23 年 1 月の塩分は海面から海底まで 32.1psu であった。

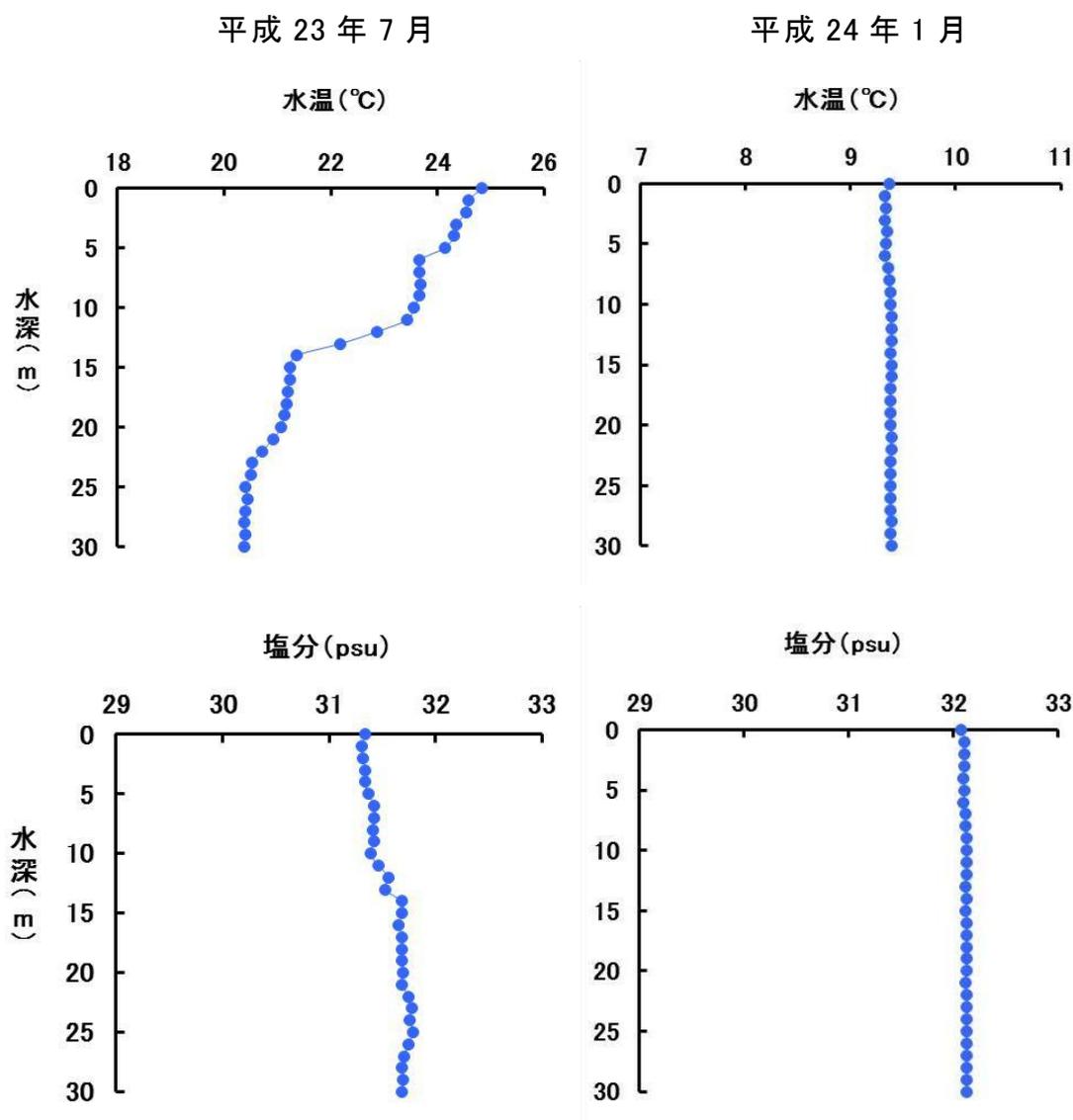


図 2.1 水質の鉛直観測結果（平成 23 年 7 月、平成 24 年 1 月）

## VI.2 マウンドの湧昇効果範囲の把握

### 1 対馬東マウンド礁

#### (1) 魚礁効果調査

ROV観測及び漁獲調査は過年度にも実施されており、これらの結果と併せて以下に示す。

##### ① ROV観測

平成19年はメダイを中心に重量ベースで2~3tの魚類蛸集量が観測されたが、平成20年の蛸集量は700kg程度、平成21年度は200kg以下であった。これは、メダイの蛸集量が大幅に減少したためであり、メダイの来遊量は年変動が大きい。

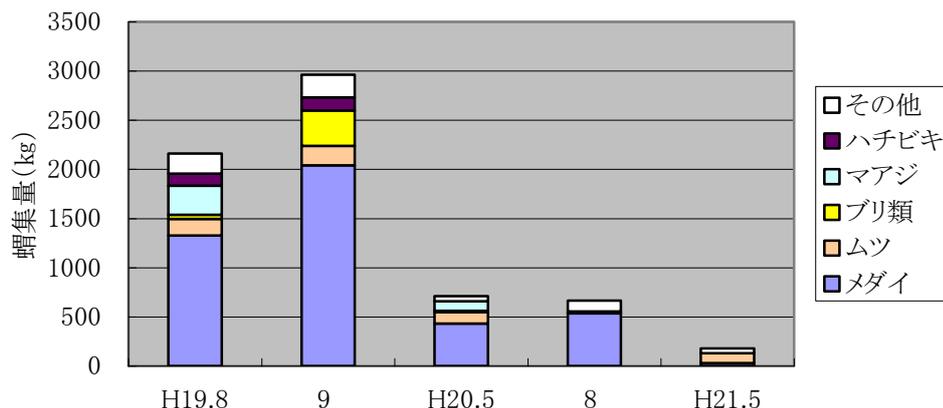


図 1.1 ROVによる魚類蛸集状況観測結果

##### ② 漁獲調査

###### ア 採捕量

刺網（長さ600m、目合：外網36cm、内網10cm）による採捕量は37~170kgの範囲にあり、主な魚類はメダイ、ホシザメ、ウマヅラハギ、マトウダイ、キダイなどであった（図1.2、図1.3）。

最も採捕量の多かったメダイは、各回調査で採捕されたが、5~10月の水温の高い時期に採捕量が多かった。ホシザメは5~6月と11月にマウンド周辺に来遊・蛸集する様子が窺えた。キダイは11~12月に採捕量が多かった。

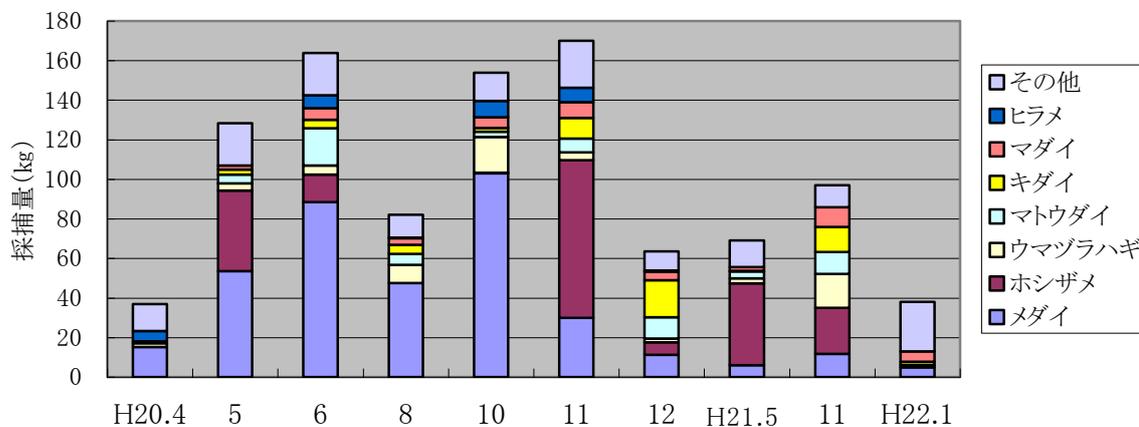


図 1.2 刺網による採捕結果

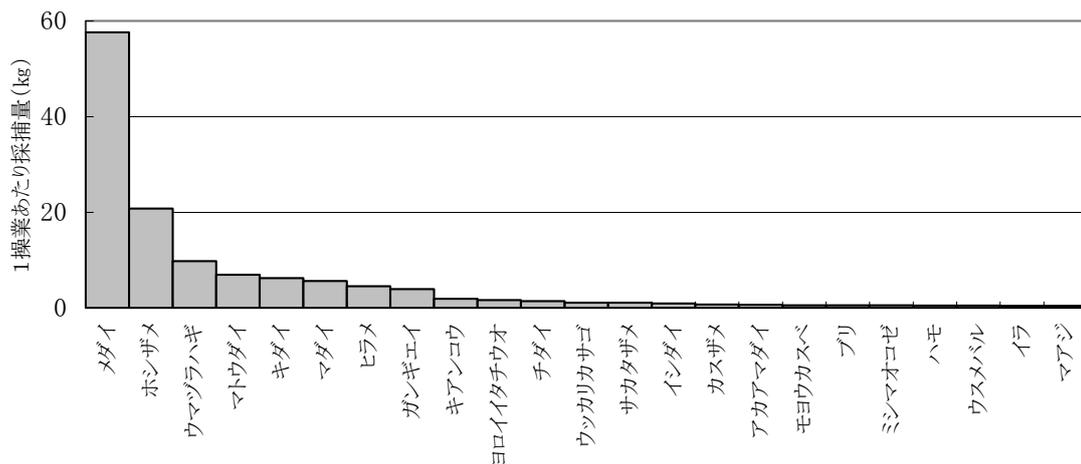


図 1.3 1 操業あたりの魚種別漁獲量

イ 採捕魚のサイズ

平成 20 年にマウンド礁で採捕された主な魚種の平均体重を図 1.4 に示した。また、採捕魚の体重が相当する全長及び年齢を表 1.1 に示した。採捕魚の平均体重は各魚種とも大きく、比較的高齢の大型群が当マウンド礁に蛸集していることが窺われた。

刺網により採捕したため、魚体サイズに関しては網目の選択性を考慮する必要があるが、ROV 観察による全長と下表の全長は概ね一致しており、採捕した魚は蛸集魚の中心のサイズであったと考えられる。

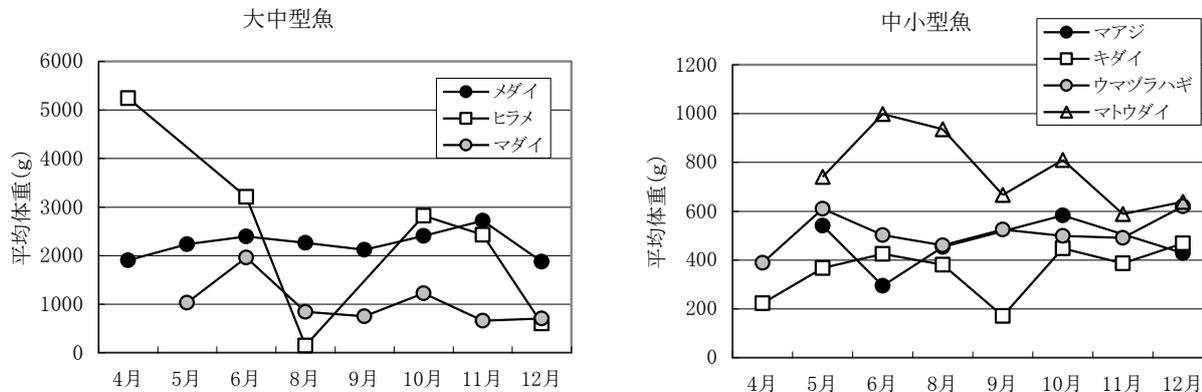


図 1.4 主要魚種の平均体重（平成 20 年）

表 1.1 マウンド礁で採捕される平均サイズの年齢

	平均体重(g)	該当全長(cm)	該当年齢	漁獲開始年齢	成熟年齢
メダイ	2,000	55			
ヒラメ	3,000	57	4	1-2	2-3
マダイ	1,000	42	4	1-2	2-3
マアジ	500	36	4-5	1	1-2
キダイ	400	27	5	2	2
ウマヅラハギ	500	34	>4	2	1

マウンド礁で蛸集量が最も多いメダイの体長組成を図 1.5 に示した。

Cassie の方法により年級群の分解を行うと、当該マウンド礁に蛸集するメダイが概ね 4 つの年級から成っていることが分かる。メダイの成長については良く分かっていないため、小さい方から第一群、第二群と呼称するが、第一群の年齢が 1 歳か 2 歳であることは間違いない。

当マウンド礁におけるメダイの主群は第二群（2 歳魚もしくは 3 歳魚）であり、全尾数に占める割合は 74%と算定される。次いで第 3 群、第 4 群が併せて 20%弱、第 1 群は 10% 以下であった。

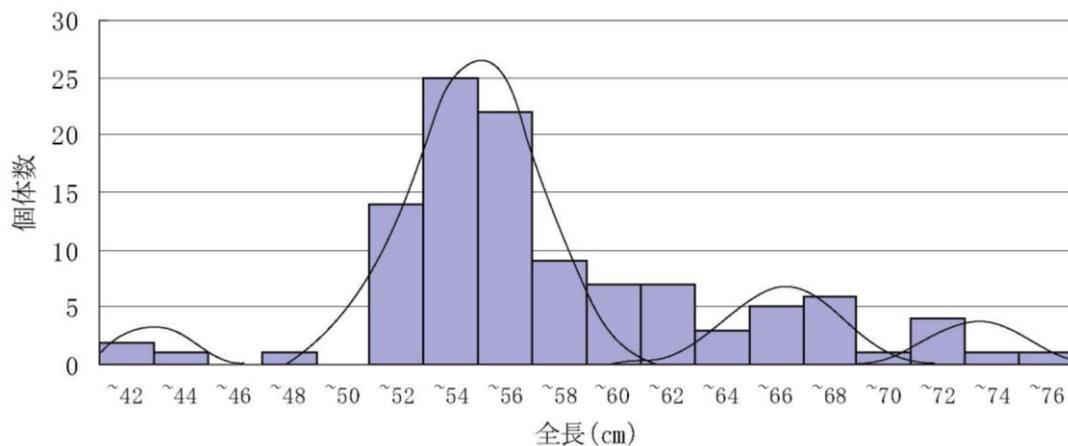


図 1.5 メダイの全長組成

### ③ 胃内容物調査

マウンド礁に蛸集する主な魚類の胃内容物の組成を表 1.2 に示した。

#### ● マアジ

マアジの胃内容物としては、浮遊・遊泳性の生物を中心に 12 種が出現しており、幅広い食性が認められた。胃内容物重量に占める割合が高かったのは魚類、カイアシ類であり、多くのマアジが捕食していた餌料動物はカイアシ類、クラゲノミ、長尾類の幼生等の動物プランクトンであった。動物プランクトンの生産力が湧昇域で高いことは良く知られている。

#### ● メダイ

刺網で採捕したメダイの大半が空胃個体であり、少数の個体で見られた胃内容物の殆どはクラゲ類であった。調査時にはエチゼンクラゲの漂流が確認されており、メダイがエチゼンクラゲを捕食していた可能性は高い。

#### ● ウマヅラハギ

胃内容物は固着性種を中心に 12 種出現し、本種がマウンド礁に付着する生物を広く摂餌していることが窺われた。多くの個体が摂餌していたのは、多毛類、フジツボ、イソギンチャク等、マウンドへの付着量の多い生物であった。

#### ● その他の魚種

マトウダイ、イズカサゴ、ウツカリカサゴ、ヒラメ、キダイ、マダイ、カンパチは、魚類やイカ等の遊泳動物を、アカアマダイ、ホシザメはエビ、カニ等のベントスを主に摂餌していた。

表 1.2 胃内容物の重量組成

単位:%

胃内容物	餌料の属性			マアジ	メダイ	ウマヅラハギ	キダイ	マダイ	チダイ	ヒラメ	マトウダイ	イスカサゴ	ウツカサゴ	インダイ	アカアマダイ	ホシザメ	カンパチ
	付着	砂泥	浮遊														
ヒドロ虫類	○				0.3	0.0											
イソギンチャク類	○					2.1											
コケムシ類	○					2.6											
フジツボ類	○					1.1											
線虫類	○	○		0.1		0.2											
二枚貝類	○	○				3.2								26.7			
多毛類	○	○				6.3											
ヨコエビ類	○	○		2.9			5.3										
長尾類(エビ)	○	○		4.0		0.9	5.0		0.1			15.1	16.5				5.5
短尾類(カニ)	○	○		3.7		0.2	5.0	10.4							100	93.2	
甲殻類消化物	○	○	○			64.5		0.3						73.3		1.3	
クモヒダ類	○	○				16.1		0.4									
ホヤ類	○	○				2.8											
クラゲ類			○		98.1												
イカ類			○	0.3			68.5	88.9		74.9							
介形亜綱			○	0.0													
カイアシ類			○	19.5													
クラゲノミ科			○	4.0	0.0												
アミ類			○						99.9								
長尾類幼生			○	1.4													
短尾類幼生			○	0.3													
ヤムシ類			○	0.3													
ヒカリボヤ類			○		1.6												
魚類			○	63.5			16.2			25.1	100	84.9	83.5				100
			供試尾数	5尾	10尾	7尾	8尾	4尾	2尾	3尾	5尾	2尾	6尾	2尾	1尾	1尾	1尾

マウンド礁の設置により、周辺海域では図 1.6 のような餌料生産が行われていると想定される。周辺の水域に出現する魚類がどの餌料段階を利用しているか、食性調査の結果から表 1.3 に整理して示した。

表 1.3 マウンド礁における餌料生産と利用魚種の関係

食性	利用餌料とマウンドの関連	魚種
動物プランクトン食	湧昇により植物plが増加し、これに伴い動物plが増加	マアジ、チダイ
遊泳動物食	動物plを餌とする小魚や小魚を餌とするイカ類等が増加	マアジ、メダイ、ヒラメ、キダイ、マトウダイ、カンパチ
ベントス食	プランクトンの死骸等を餌とするベントスが増加	キダイ、マダイ、ホシザメ、アカアマダイ
付着生物食	マウンド礁に餌料動物が付着	ウマヅラハギ、カサゴ類、インダイ

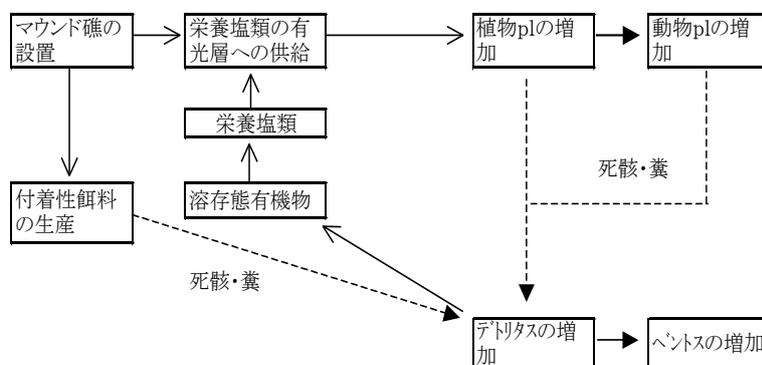


図 1.6 マウンド礁の餌料生産構造

#### ④ 産卵調査

刺網で採捕した魚類の卵巣について目視観察及び組織切片の検鏡観察を行い、メダイ、マアジ、ウマヅラハギ、キダイ、イシダイ、ホシザメ、アカアマダイの7魚種で成熟個体を確認した。表 1.4 に薄墨で示した箇所が成熟魚の出現した月である。

表 1.4 主要魚種の成熟状況

魚種	成熟個体の出現	卵巣切片による 熟度判定	GSI最大値									
			4月	5月	6月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	
メダイ	○	成熟期	0.1	0.1	0.2	0.5	3.9	0.8	4.9	0.4	0.0	
マアジ	○	成熟期		6.0	4.2	1.9		1.4				
ウマヅラハギ	○	成熟期	3.0	16.6	4.3	2.6	1.8	1.9				
キダイ	○	成熟期	0.2	4.9	1.8	5.7	1.1	5.7	1.3			
ヒラメ			3.8						1.4			
イシダイ	○	胞胚移動期			6.3							
ウツカリカサゴ			0.1	0.1			0.3	0.1				
マダイ				2.4	0.4	0.5	0.2	0.8		0.7		
ホシザメ	○	分娩中			分娩							
マトウダイ				2.0	2.5	1.9	1.8	1.8		4.8		
ムシガレイ	○										11.1	
チダイ			1.4		3.8				3.9			
アカアマダイ	○	前成熟期		3.1					5.1			

注1. GSI(生殖腺熟度指数): 卵巣重量/魚体重×100

注2. GSIの網掛けは卵巣切片から成熟個体と判定されたことを示す。

#### ● メダイ

メダイ(雌)のGSIは図 1.7 に示すように、9月から11月にかけて全長70 cm以上の個体で高くなる傾向がみられた。11月に採捕した全長76 cmの個体は吸水卵を有し、組織切片の画像からも成熟期と判定された。

このことから、11月頃、全長70 cm以上のメダイがマウンド礁で産卵している可能性は高い。

また、先の図 1.5 に示すように、全長70 cm以上の個体は少なくとも3才以上であり、これよりも1令下の年級が12月以降に成熟・産卵するのではないかと予想された。しかし、12月以降はマウンド礁に蛸集する個体群が入れ替り、全長50 cm以下の未成魚と思われる個体が殆どであった。

なお、メダイの孕卵数は全長70 cm台で120~150万粒、全長67 cmで60万粒、全長63 cmでは20万粒であった。

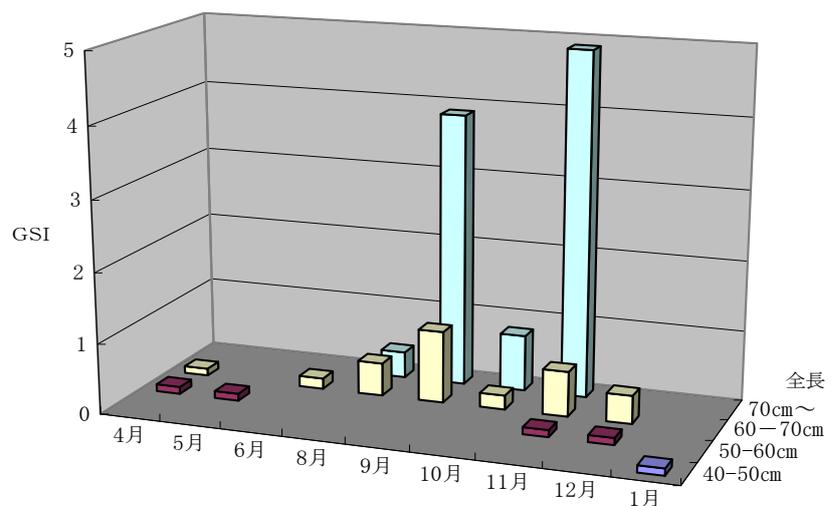


図 1.7 メダイ GSI の季節変化

● マアジ

卵巣組織切片の観察によれば5月に採捕されたマアジは成熟状態にあった。

この時の GSI は 4.1~6.0 の範囲にあり、産卵期の GSI が 3 以上とする既往知見と一致した。また、6月に採捕したマアジの中にも GSI が 3 以上を示す個体があった。

マウンド礁に蟄集するマアジは全長 30~40 cm の大型個体が主体であり、その孕卵数は 30~80 万粒と推定される。

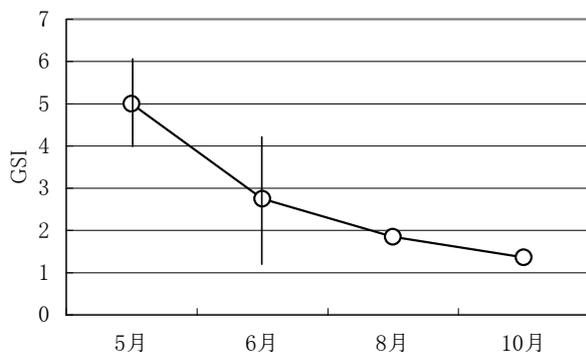


図 1.8 マアジ GSI の季節変化

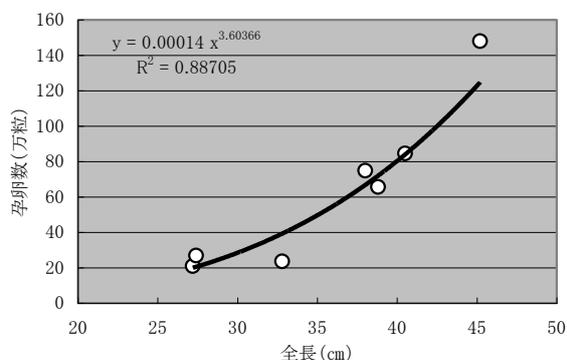


図 3.1.8 マアジの全長-卵数関係

● キダイ

既往知見によれば本種成熟個体の GSI は 2 以上である。

5月から10月にかけて GSI が 2 以上を示す個体が出現しており、この間に産卵が行われていると考えられる。なかでも5月と10月は多くの個体で GSI が高く、産卵盛期と推察される。6月、8月に GSI の個体差が大きいのは、産卵中の個体と放卵後の個体が混ざっているためと思われる。

キダイの全長と卵数の関係は、全長 22 cm で 54 万粒、25 cm で 90 万粒、30 cm で 190 万粒である。

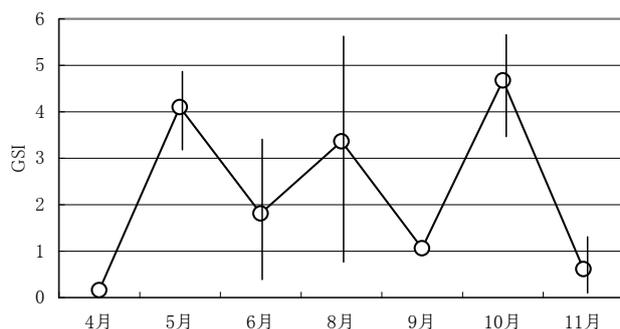


図 1.9 キダイ GSI の季節変化

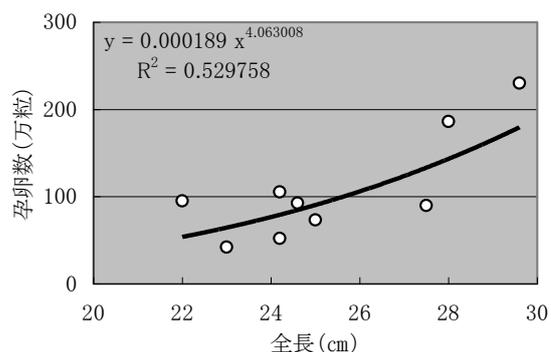


図 3.1.10 キダイの全長-卵数関係

● ウマヅラハギ

GSI が 4 月から 5 月にかけて急増し、6 月に再び低下していることから、本種は 5 月にマウンド礁で産卵している可能性が高い。成熟個体における卵巣の発達は著しく、5 月に採捕した個体の GSI は 9.2~16.6 の範囲にあった。

全長と孕卵数の関係は、全長 27 cm で 230 万粒、32 cm で 250 万粒、35 cm で 280 万粒であった。

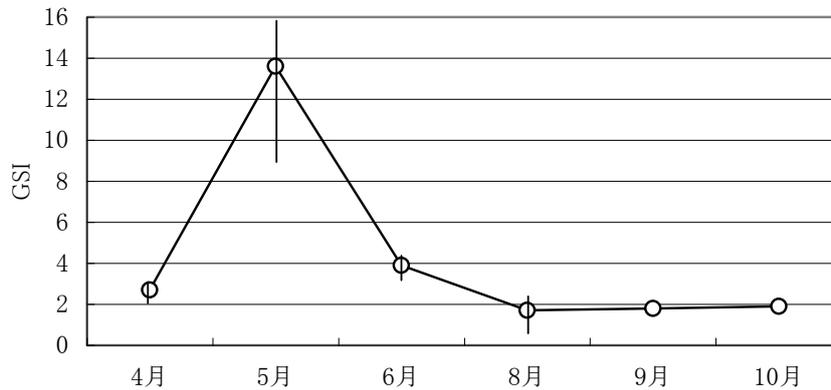


図 1.10 ウマツラハギにおける GSI の季節変化

### ⑤ 付着生物調査

図 1.11 に示すように、付着板設置 8 ヶ月後及び 20 ヶ月後の付着生物量は、それぞれ 20g/0.08 m<sup>2</sup>、80 g /0.08 m<sup>2</sup>であり、8 ヶ月から 20 ヶ月の間に 4 倍に増加した。この間の付着量の増大はホヤ類によるところが大きい。

魚類の餌料となる餌料生物の付着量は、8 ヶ月後、20 ヶ月後とも約 20 g /0.08 m<sup>2</sup>と横這いであった。この間の生物種の消長としては、フジツボ類が減少し、貝類、多毛類、軟甲類が増加した。後者はフジツボ類に比べて餌料価値が高いことから、8 ヶ月から 20 ヶ月の間に餌料条件は向上したと言える。

また、魚類餌料として最も価値の高い選好性餌料生物は、1 g/0.08 m<sup>2</sup>から 9 g /0.08 m<sup>2</sup>に増加した。

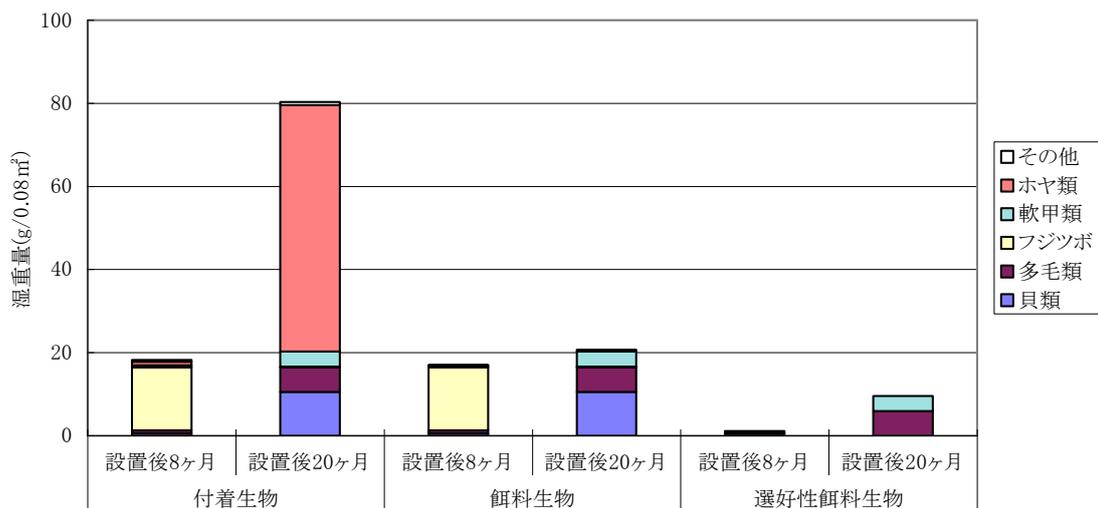


図 1.11 付着板への生物付着量

## (2) 湧昇効果調査

### ① 底生生物調査

マウンド礁を中心とする半径 3 km の範囲で底生生物の現存量が多く、内外の底生生物量の平均値は、それぞれ、2.47g/0.1 m<sup>2</sup>、1.00 g/0.1 m<sup>2</sup>であり、その差は 1.5g/0.1 m<sup>2</sup>であった。

半径 3 km 圏内を効果範囲と考え、魚類の増重可能量を算定すると、約 100 t と推定される。

底生生物増加量：1.5 g /0.1 m<sup>2</sup> × 28k m<sup>2</sup> = 420 t

底生生物増産量：420 t × 3 回転 = 1260 t

魚類増重可能量：1260 t × 2/3 (利用率) × 0.13 (餌料転換効率) = 109 t

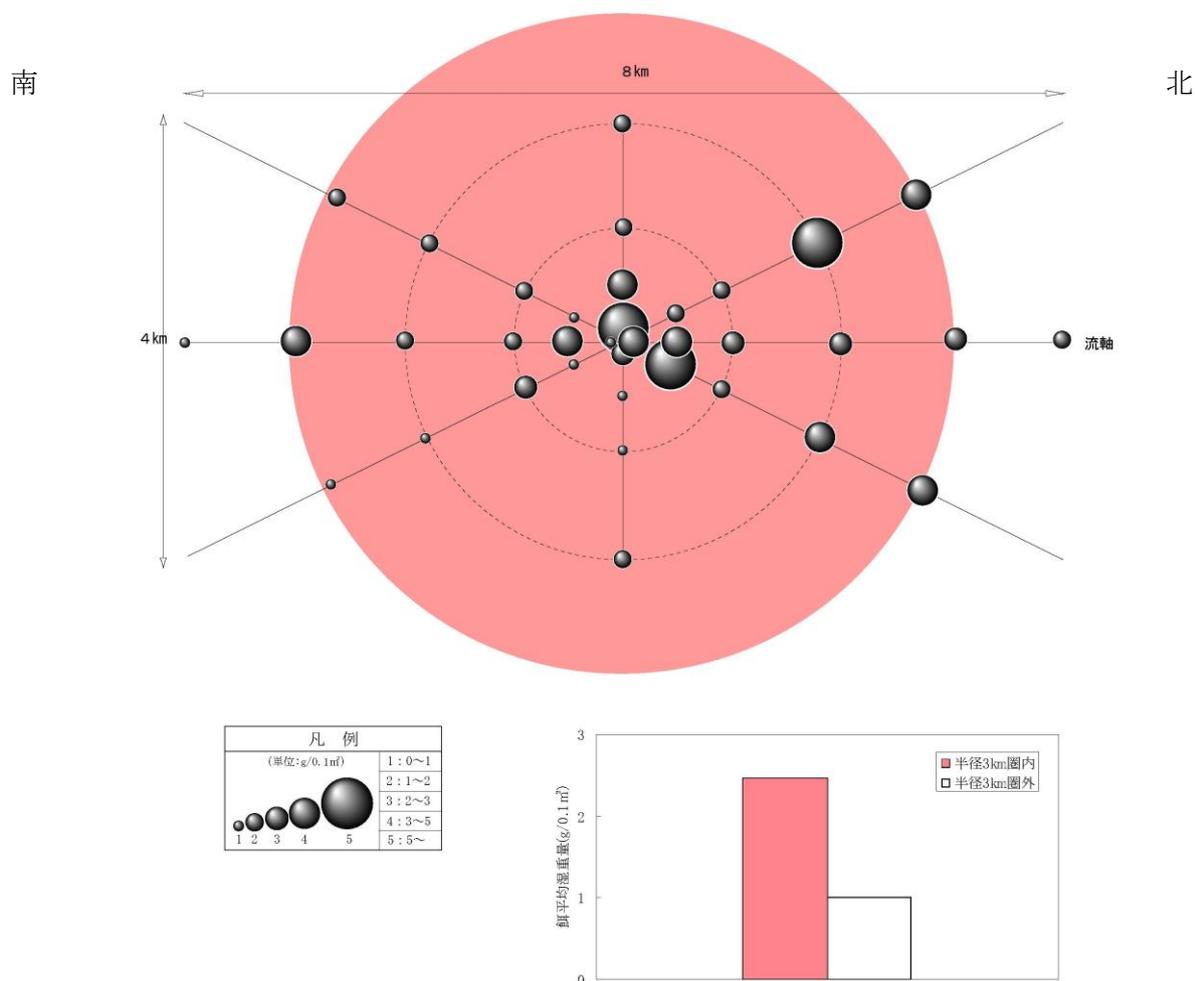


図 1.12 底生生物湿重量の分布

### ② 底質調査

流軸上における底質粒度及び強熱減量の分布を図 1.13 及び図 1.14 に示すが、両項目ともマウンド礁からの距離に応じた明確な分布傾向はみられなかった。

しいて挙げるとすれば、南北方向（流軸方向）に関し、N4000 を除いた場合、泥分

(シルト・粘土分) がマウンド礁の近くでやや多い傾向がみられた。

また、強熱減量に関しては、マウンド礁から 1 km の範囲において、マウンド礁の直近で高い傾向がみられた。

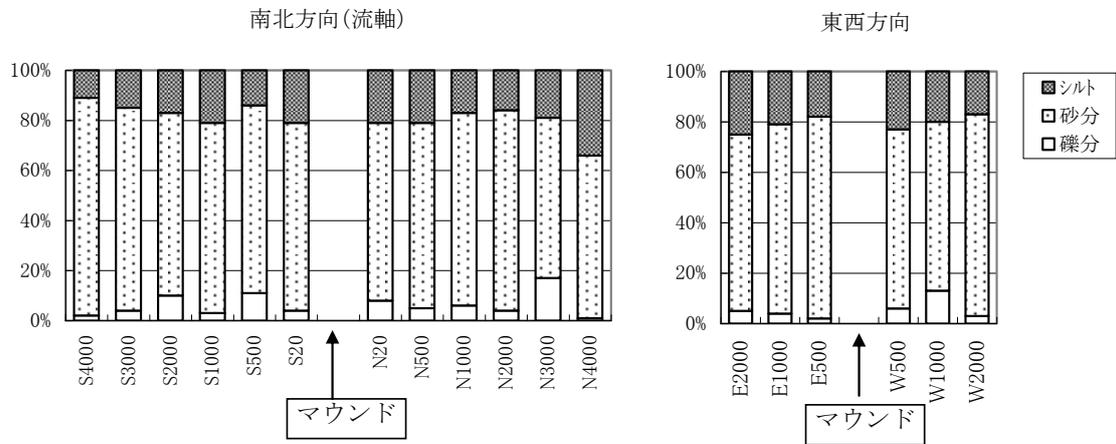


図 1.13 底質粒度の分布

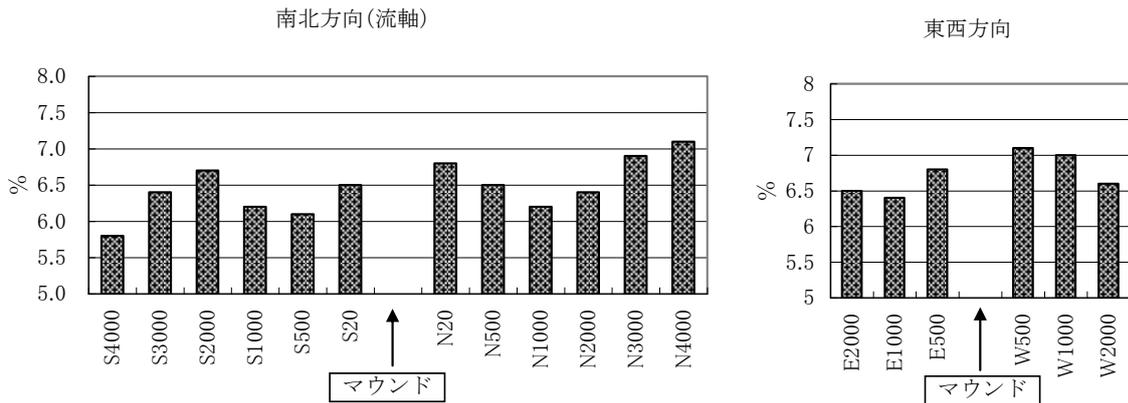
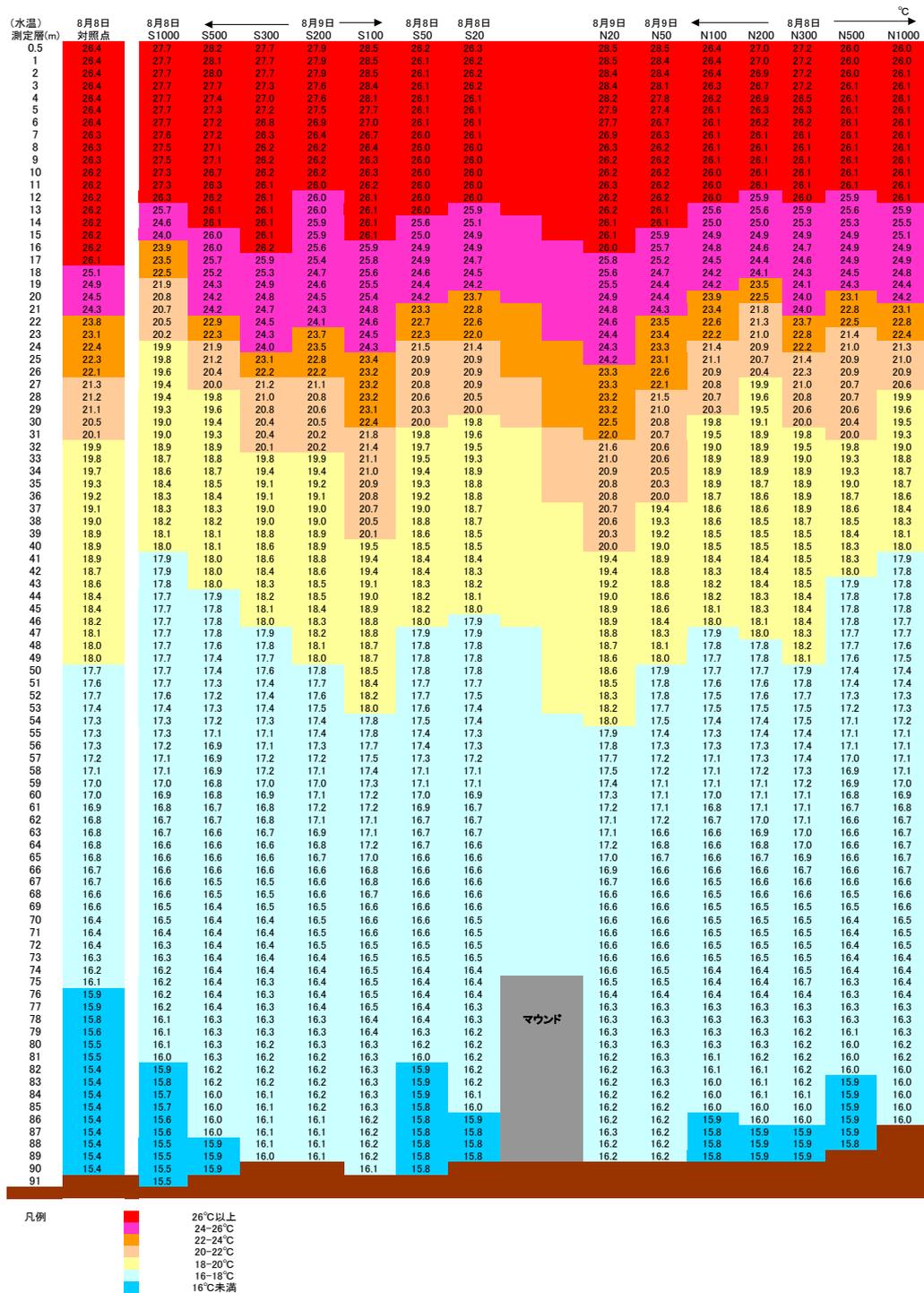


図 1.14 強熱減量の分布

### ③ 水温分布調査

平成 21 年 5 月の当海域の水温は表層から底層までほぼ均一であり、水温を指標に湧昇を確認しづらい状況であったため、過年度の躍層形成時の調査結果を示す。

平成 20 年 8 月には水深 20~40m 付近に水温躍層（同一色の幅の狭い箇所）が見られた。また、躍層の水深はマウンドから離れるにつれ上昇する傾向がみられた。



## 2 阿久根沖マウンド礁

### (1) 魚礁効果調査

#### ① ROV 観測

蛸集魚は礁全体にネンブツダイ、イサキ、礁上段部にアジ類、ハナダイ類、ヒラマサ等がみられたほか、ウマヅラハギ、イシダイ、ハタ類などもみられた。

蛸集尾数は約 6 万尾、4.2 t と推定され、尾数はネンブツダイ、アジ類、イサキ、ハナダイ類の順、重量はアジ類、イサキ、ネンブツダイ、ヒラマサの順が多かった。

蛸集魚の分布類型別種数についてみると、I 型から IV 型の全ての分布型の魚種が出現し、様々な魚種に対して蛸集機能が発揮されていた（図 2.2）。

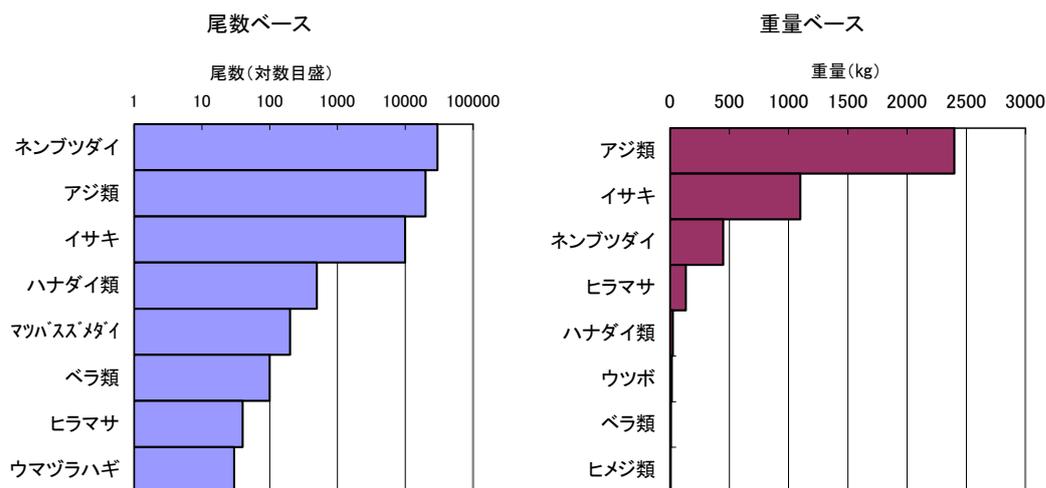


図 2.1 阿久根沖マウンド礁における主要魚種の蛸集尾数・蛸集重量（平成 22 年 7 月）

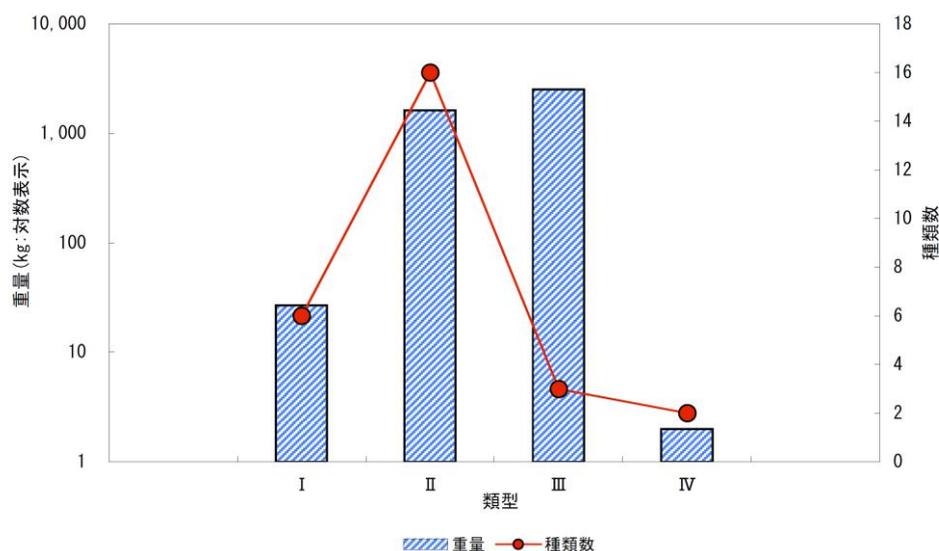


図 2.2 阿久根沖マウンド礁における分布類型別種類数と蛸集重量（平成 22 年 7 月）

## ② 漁獲調査

釣り、アジ刺網、磯建網の三通りの漁法で採捕した結果を図 2.3～図 2.5 に示した。

調査に用いた刺網は、磯建網が長さ 600m、外網目合 34 cm、内網目合 9 cm の三重網、アジ刺網は長さ 350m、目合い 6 cm の一重網である。釣りは 3 人で 4～5 時間行った。

1 回あたりの採捕量は釣りが 3～27 kg、アジ刺網が 6～54 kg、磯建網が 8～46 kg であった。

イサキ、チダイ、マアジ、アカヤガラ、ハモ、マトウダイは各漁法で比較的多く採捕され、当施設における主な蛸集魚と考えられる。

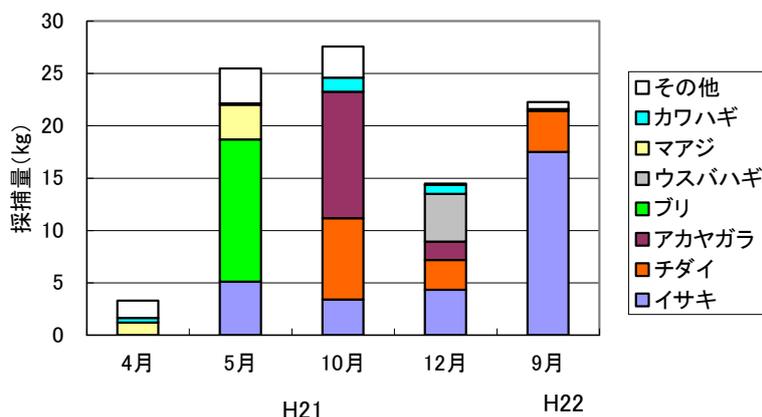


図 2.3 阿久根沖マウンド礁における釣り採捕結果

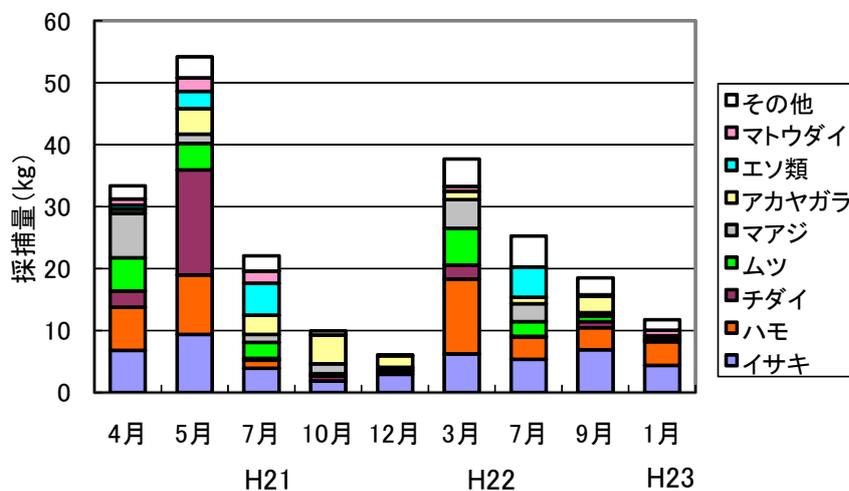


図 2.4 阿久根沖マウンド礁におけるアジ刺網採捕結果

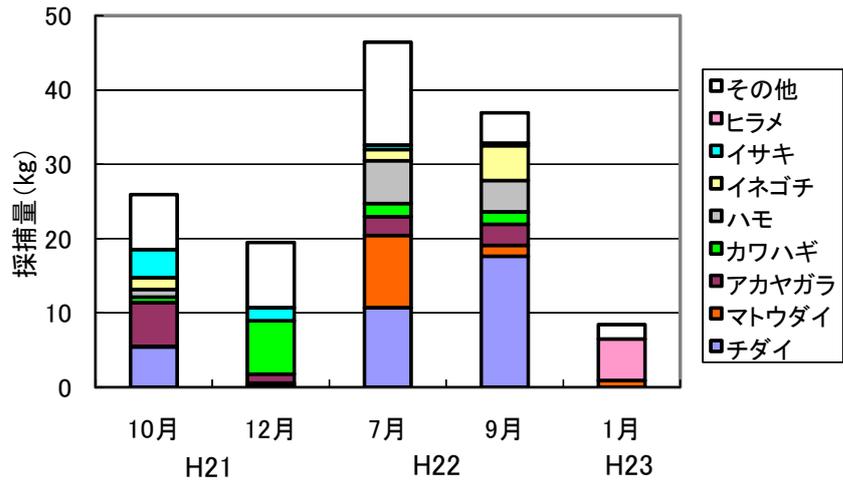


図 2.5 阿久根沖マウンド礁における磯建網採捕結果

### ③ 胃内容物調査

当マウンド礁における主な鰯集魚であるマアジの胃内容物を個体数ベースで見ると、大半がカイアシ類やクラゲノミ類等の動物プランクトンであった（図 2.6）。重量ベースでは 1 個体あたり重量の大きい長尾類が高い割合を占めた。

その他の魚種の胃内容物組成は図 2.7 に示すように、ROV 調査で多く見られたネンブツダイを捕食している魚種が多かった。また、マルソウダ、キビナゴ、トビウオ等、動物プランクトン食の魚類も補食されており、プランクトンを起点とした食物連鎖が確認された。

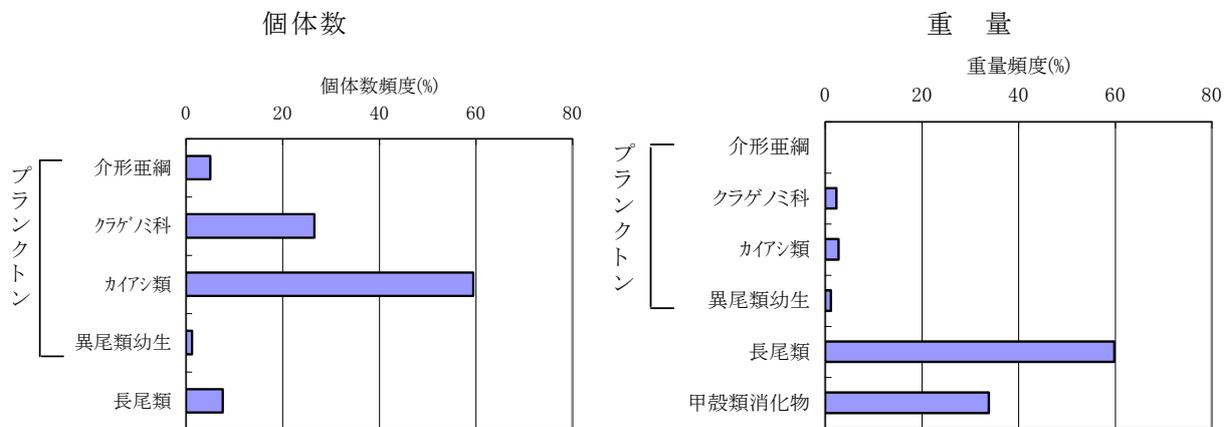


図 2.6 マアジの胃内容物組成

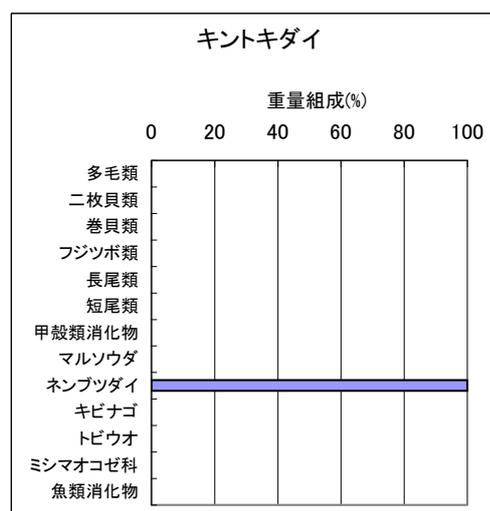
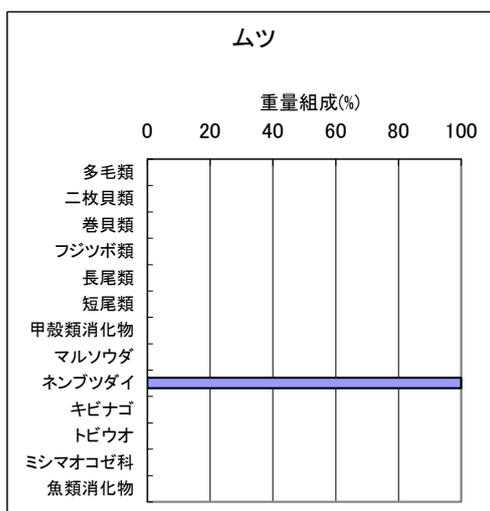
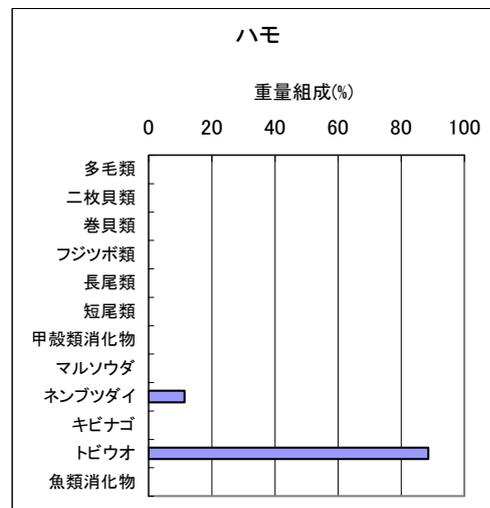
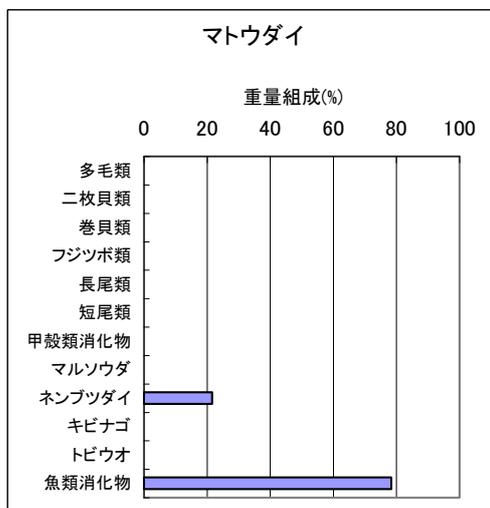
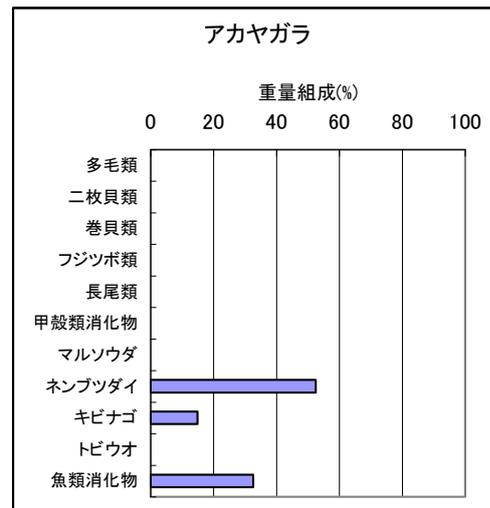
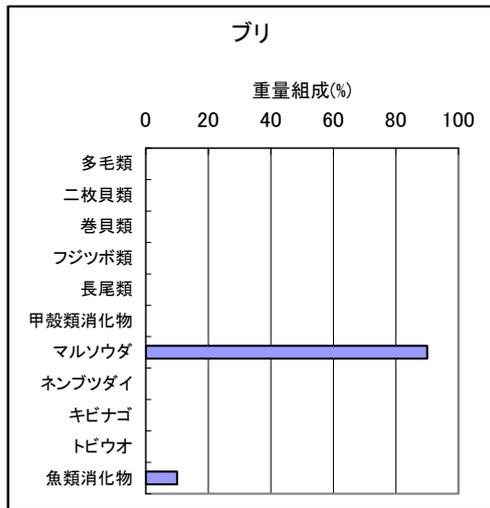


図 2.7(1) マウンド蛸集魚の胃内容物組成

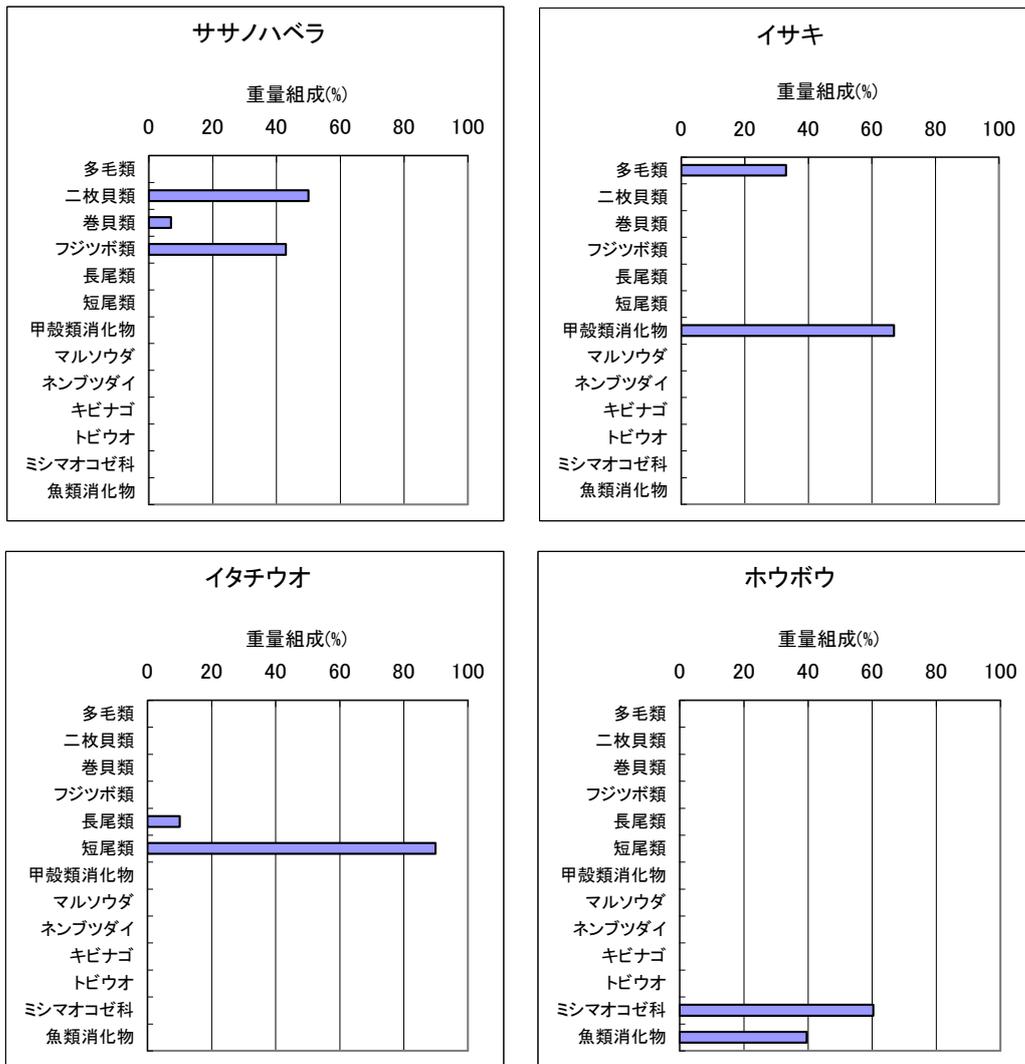


図 2.7(2) マウンド蛸集魚の胃内容物組成

#### ④ 産卵調査

卵巣組織の観察により、マアジ、イサキ、チダイ、ハモ、マトウダイ、ウマヅラハギ、カワハギ、ホウボウの8魚種で成熟個体がみられた(表 3.2.1)。

##### ● マアジ

4~5月にかけて、吸水卵を有する産卵間近と思われる個体が出現した。

4~5月におけるマアジの成熟度指数(GSI)は、それぞれ、3.06-7.77(平均4.84)、0.24-6.02(平均2.80)の範囲にあった。産卵期のマアジのGSIは3以上とされていることから、当該水域においてマアジが産卵している可能性は高い。

##### ● イサキ

6月中旬のGSIは10.6~11.6(平均11.1)と高い値を示し、本種産卵期の値とされる10~13の範囲にあった。7月中旬にはGSIは3.52に低下していることから、6月下旬から7月上旬にかけて当該海域で産卵している可能性が高い。

##### ● チダイ

11月のGSIは3.77-4.66(平均4.17)と高い値を示し、12月も全長30cm以上の大型魚では4以上を示した。

本種産卵場の環境条件についてはよく分かっていないが、水深40~60mの天然礁や

人工礁周辺と考えられており、当施設が産卵場となっている可能性は高い。

● ハモ

GSIは4月から7月にかけて上昇し、9月には減少した。ハモは魚食性が強く、マウンド礁に蟄集する小魚を補食するため当施設に来遊し、夏季を中心に当海域で産卵すると考えられる。

表 2.1 卵巣成熟魚一覧

魚種	年	月	全長(mm)	GSI	成熟度	卵数
マアジ	H21	4	242	6.96	成熟期	678,000
		4	227	3.67	成熟期	363,000
		5	232	6.02	成熟期	6,500
イサキ	H21	5	356	7.03	胚胞移動期	2,681,000
		5	286	7.56	胚胞移動期	1,221,000
		6	337	10.59	胚胞移動期	1,662,000
		6	345	11.62	胚胞移動期	1,995,000
		7	362	3.55	成熟期	5,377,000
チダイ	H21	11	320	4.46	胚胞移動期	3,952,000
		11	300	4.30	胚胞移動期	2,080,000
		12	332	4.71	胚胞移動期	3,075,000
		12	401	4.63	胚胞移動期	5,560,000
ハモ	H21	5	1,010	9.06	前成熟期	1,468,000
		5	1,100	8.10	前成熟期	2,400,000
	H22	7	1,095	16.57	胚胞移動期	4,212,000
カワハギ	H21	5	216	9.96	前成熟期	923,000
	H22	7	204	5.78	前成熟期	543,000
ウマヅラハギ	H21	5	382	8.85	胚胞移動期	4,119,000
マトウダイ	H23	1	419	4.08	前成熟期	1,723,000
ホウボウ	H23	1	420	5.41	成熟期	5,683,000

注1.卵巣内で未成熟から成熟まではほぼ連続した段階の卵が認められるため、

卵巣の成熟度をもっとも成熟の進んだ卵の成熟段階で表した。

注2.成熟段階については、新版魚類学(上)恒星社厚生閣に従った。

注3.直径が0.1mm未満の卵は卵数測定の対象外とした。

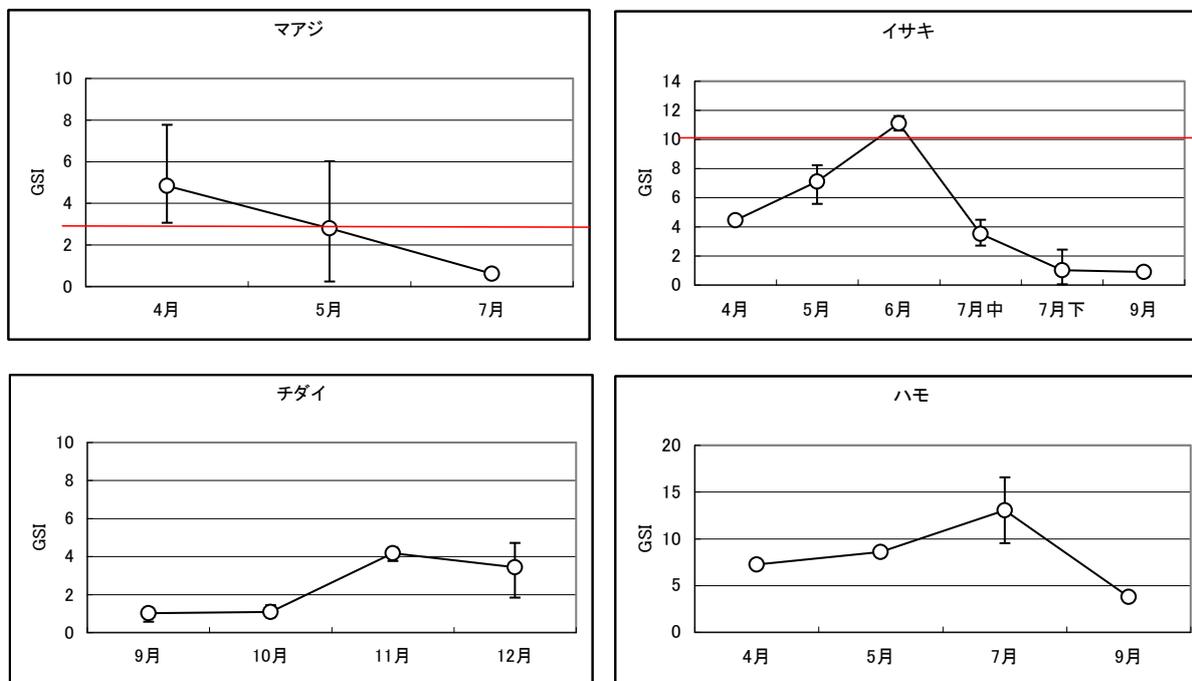


図 2.8 主な蟄集魚における GSI の季節変化

## ⑤ 付着生物調査

マウンド礁に付着する主な生物は、カキ類、フジツボ類、カンザシゴカイ類等であり、80～100%の被覆率であった。なお、海底付近の石材の水平面には砂が堆積しており、生物の被覆率は20～30%と低かった。

表 2.2 マウンド礁への生物の付着状況

場所		付着生物の種類と構成比率。		1面の被覆率
北面	上段	水平面	カキ類60%、フジツボ類30%、カンザシゴカイ類5%、その他5%	90～100%
		垂直面	フジツボ類70%、カキ類20%、その他10%	90～100%
	中段	水平面	カキ類80%、その他20%	90～100%
		垂直面	カキ類90%、フジツボ類5%、カンザシゴカイ類3%、その他2%	90～100%
	下段	水平面	カキ類90%、カンザシゴカイ類5%、その他5%	20～30%
		垂直面	カキ類80%、カンザシゴカイ類10%、その他10%	80～100%
南面	上段	水平面	カキ類80%、フジツボ類10%、その他10%	90～100%
		垂直面	フジツボ類50%、カンザシゴカイ類40%、その他10%	90～100%
	中段	水平面	カキ類95%、カンザシゴカイ類3%、その他2%	90～100%
		垂直面	カキ類30%、フジツボ類30%、カンザシゴカイ類30%、その他10%	80～100%
	下段	水平面	カキ類90%、カンザシゴカイ類5%、その他5%	20～30%
		垂直面	カキ類90%、フジツボ類5%、カンザシゴカイ類3%、その他2%	80～100%

※その他・・・カイメン類、ウミシダ類、不明なものなど

## (2) 湧昇効果調査

### ① 底生生物調査

調査を実施した2ヶ年ともマウンド礁から2 km圏内で底生生物量が多い傾向がみられ、圏内と圏外の生物量の差は2ヶ年平均で1.25 g / 0.1 m<sup>2</sup>であった（圏内2.06 g / 0.1 m<sup>2</sup>、圏外0.81 g / 0.1 m<sup>2</sup>）。

これより、マウンド礁による底生生物増産域の範囲を半径2 kmと考えると、底生生物現存量の増加分は150 tと推定される。

$$1.25 \text{ g} / 0.1 \text{ m}^2 \times 12 \text{ km}^2 = 150 \text{ t}$$

底生生物の年間生産量は現存量の約3倍であることから、マウンド礁による底生生物の増産効果として450 tが計上され、この底生生物増加量から導かれる魚類の増重量は約40 tと推定される。

$$\text{底生生物増産量} : 150 \text{ t} \times 3 = 450 \text{ t}$$

$$\text{魚類増重可能量} : 450 \text{ t} \times 2/3 \times 0.13 \div 40 \text{ t}$$

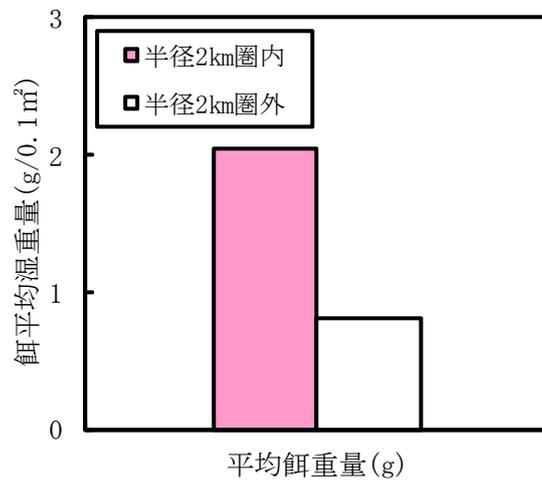
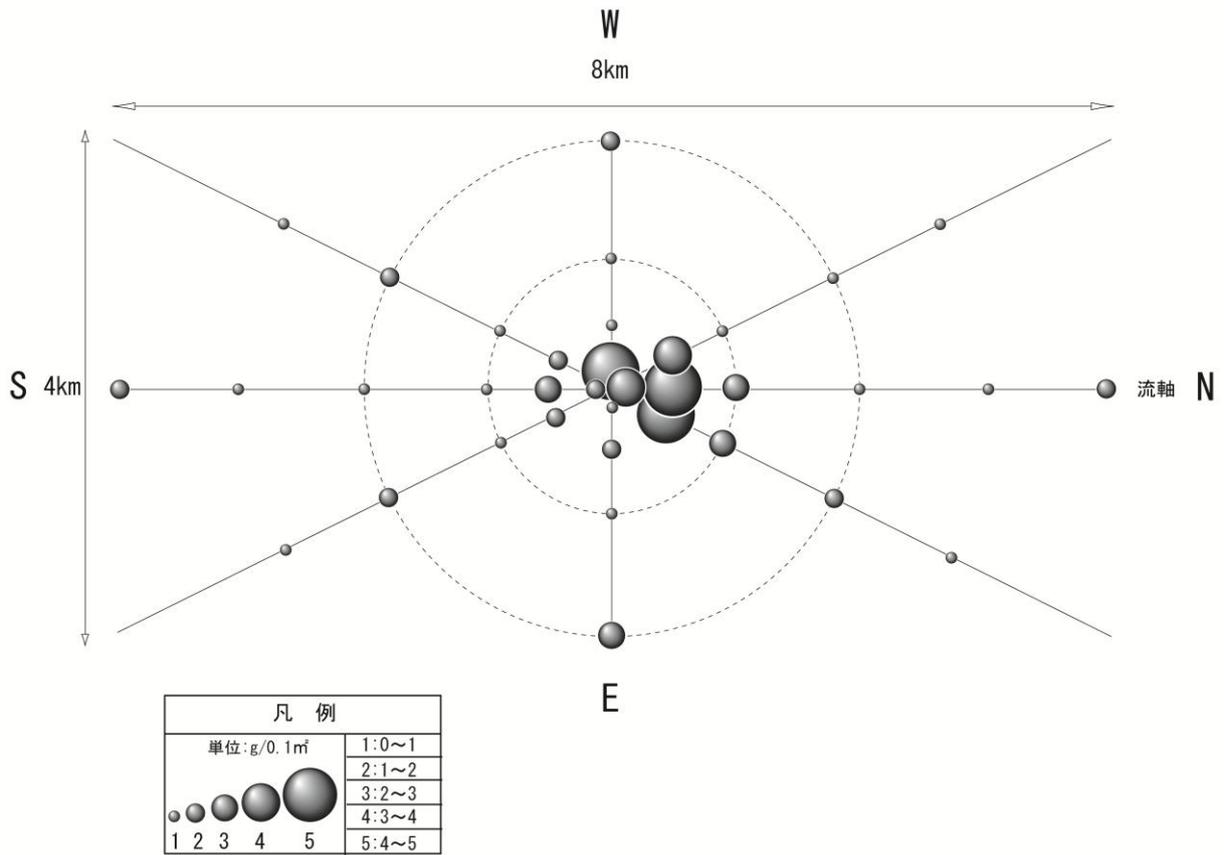


図 2.9 底生生物湿重量の分布 (2ヶ年平均)

## ② 底質調査

マウンド礁周辺の底質の粒度組成及び強熱減量を図 2.10 及び図 2.11 に示した。

調査水域の海底地形はほぼ平坦で、底質は全体的に砂が卓越している。マウンド直近の S20 では礫分が 10%以上を占めたが、これはマウンド礁の破片が散乱しているためである。

強熱減量に関しては、北側水域で高い傾向にあり、底生生物量との相関がみられた。

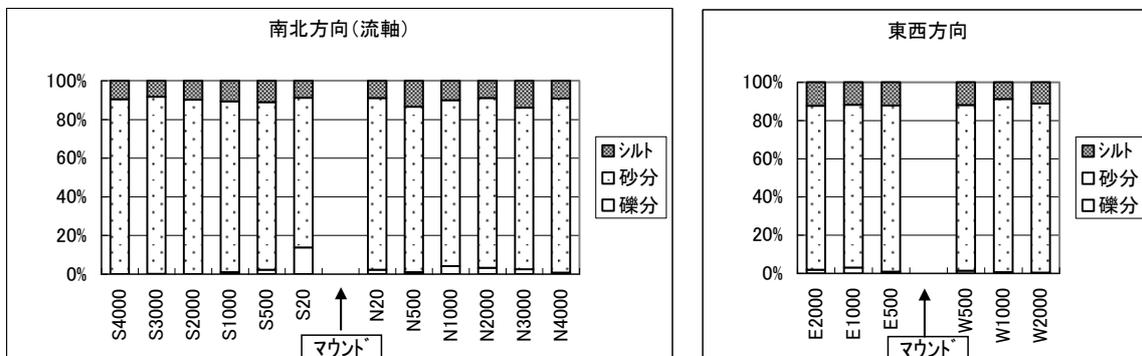


図 2.10 底質粒度の分布（2ヶ年平均）

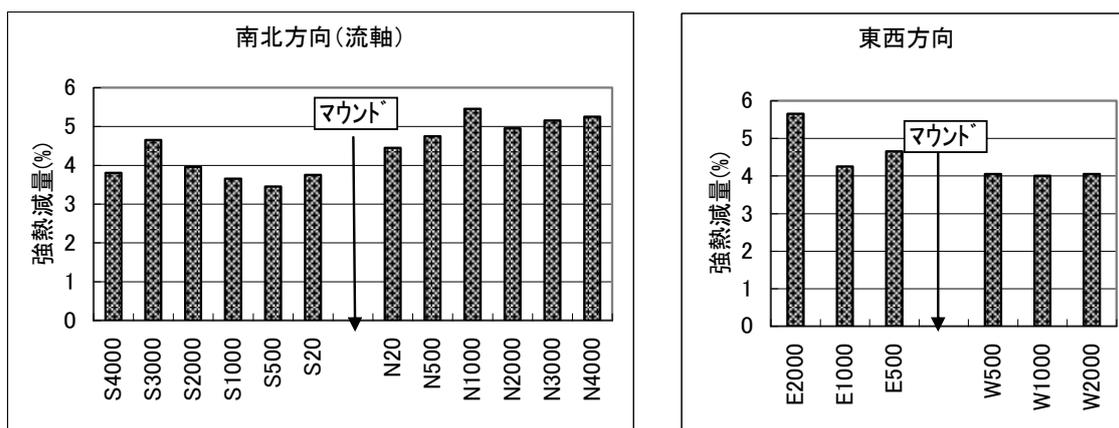


図 2.11 強熱減量の分布（2ヶ年平均）

## ③ 水温分布調査

平成 21 年 7 月の観測では、マウンド礁の北側において 20℃の等値水深が南側（観測時における潮流の上流側）に比べて若干上昇している。また、平成 22 年 7 月の観測においては、マウンド礁直上の水深 20～40m 付近の等値線に勾配がみられ、流れの下流側で水温が低い傾向がみられた。こうした現象は、上流側の底層水がマウンド礁によって上昇・移送された結果と推察される。

流向



調査時の流向：緩やかな北西流

調査日：平成21年7月30日  
単位：℃

測定層(m)	マウンド南側						マウンド北側					
	S2000	S1000	S500	S200	S100	S50	N50	N100	N200	N500	N1000	N2000
0	25.7	25.8	26.1	26.0	26.0	26.1	26.0	25.9	25.9	25.8	25.6	25.9
1	25.7	25.8	26.0	26.1	26.0	26.1	25.9	26.0	25.9	25.8	25.6	25.9
2	25.7	25.8	26.0	26.0	25.9	26.1	25.4	25.9	25.8	25.7	25.5	25.8
3	25.6	25.5	25.8	25.8	25.7	25.8	25.2	25.6	25.3	25.6	25.3	25.3
4	25.4	25.3	25.4	25.5	25.3	25.5	25.0	25.1	25.1	25.3	25.2	25.2
5	24.6	24.9	25.1	25.1	25.1	25.1	24.9	25.0	25.0	25.0	25.1	25.2
6	24.5	24.6	24.9	25.0	25.0	25.0	24.9	24.9	24.9	25.0	25.1	25.2
7	24.5	24.6	24.8	24.9	24.9	24.9	24.8	24.8	24.8	24.9	25.0	25.2
8	24.7	24.6	24.8	24.8	24.8	24.8	24.7	24.8	24.8	24.8	24.9	25.1
9	24.6	24.6	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.8	24.9	25.0
10	24.7	24.6	24.7	24.7	24.7	24.7	24.6	24.6	24.7	24.7	24.8	24.8
11	24.7	24.6	24.6	24.6	24.6	24.6	24.5	24.6	24.6	24.6	24.7	24.7
12	24.7	24.6	24.6	24.5	24.5	24.6	24.2	24.5	24.5	24.4	24.6	24.3
13	24.7	24.6	24.4	24.4	24.4	24.5	24.1	24.2	24.3	24.2	24.4	24.3
14	24.7	24.5	24.2	24.2	24.2	24.2	24.0	24.0	24.0	24.1	24.2	24.3
15	24.7	24.4	24.1	24.1	24.1	24.1	24.0	24.0	24.0	24.1	24.2	24.2
16	24.6	24.2	24.0	24.0	24.0	24.1	23.9	24.0	24.0	24.0	24.2	24.1
17	24.5	24.1	23.9	23.9	23.9	24.0	23.7	23.8	23.8	23.9	23.5	23.9
18	24.3	24.0	23.9	23.7	23.8	23.8	23.7	23.7	23.7	23.7	23.3	23.9
19	24.3	23.9	23.8	23.6	23.6	23.6	23.4	23.7	23.5	23.6	23.3	23.8
20	24.3	23.9	23.7	23.5	23.4	23.4	23.2	23.3	23.2	23.4	23.3	23.8
21	24.0	23.8	23.5	23.3	23.1	23.2	23.1	23.2	23.0	23.1	23.3	22.8
22	23.5	23.7	23.3	23.1	23.1	23.1	23.0	23.0	22.9	23.0	23.3	22.8
23	23.1	23.5	23.0	23.0	23.0	23.0	22.9	22.9	22.7	22.9	23.2	22.8
24	22.9	23.2	22.9	22.9	23.0	22.8	22.7	22.8	22.7	22.6	23.2	22.7
25	22.5	22.9	22.8	23.0	22.8	22.7	22.3	22.4	22.4	22.5	22.6	22.7
26	22.2	22.7	22.6	22.5	22.4	22.4	22.1	22.1	22.1	22.3	22.6	22.6
27	22.1	22.3	22.2	22.2	22.2	22.1	21.9	22.0	22.0	22.0	22.4	22.4
28	21.8	22.1	21.9	22.0	22.1	22.0	21.7	21.8	21.8	21.9	22.3	22.0
29	21.6	22.0	21.8	21.9	21.9	21.8	21.5	21.6	21.4	21.6	22.1	21.7
30	21.5	21.6	21.4	21.7	21.7	21.6	21.3	21.4	21.3	21.4	21.8	21.6
31	21.4	21.3	21.3	21.5	21.5	21.4	21.2	21.2	21.2	21.3	21.6	21.6
32	21.4	21.3	21.2	21.3	21.4	21.3	21.1	21.2	21.2	21.3	21.4	21.6
33	21.3	21.3	20.9	21.2	21.2	21.2	21.1	21.2	21.2	21.1	21.4	21.5
34	21.1	21.2	20.9	21.0	21.1	21.1	21.1	21.1	21.1	20.7	21.3	21.4
35	21.0	21.0	20.9	21.0	21.0	21.0	20.9	21.0	21.0	20.6	21.0	21.1
36	20.8	20.9	20.8	21.0	21.0	21.0	20.7	20.8	20.7	20.5	20.7	20.7
37	20.7	20.8	20.8	20.9	20.9	21.0	20.5	20.6	20.7	20.4	20.6	20.5
38	20.5	20.8	20.7	20.8	20.9	20.9	20.3	20.4	20.3	20.3	20.3	20.4
39	20.4	20.7	20.6	20.8	20.8	20.8	20.1	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
40	20.2	20.6	20.5	20.6	20.7	20.5	19.9	20.0	20.0	20.0	19.9	20.1
41	20.2	20.5	20.5	20.4	20.5	20.3	19.9	19.9	19.9	19.9	19.8	19.9
42	20.1	20.4	20.3	20.2	20.4	20.2	19.8	19.9	19.9	19.8	19.8	19.8
43	20.1	20.2	20.1	20.0	20.1	20.1	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8
44	20.0	20.1	20.1	19.9	20.0	20.0	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8
45	19.9	20.0	20.0	19.9	19.9	19.9	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8
46	19.9	20.0	19.9	19.9	19.9	19.9	19.6	19.7	19.8	19.7	19.6	19.8
47	19.9	19.9	19.9	19.8	19.8	19.9	19.5	19.5	19.6	19.5	19.5	19.7
48	19.9	19.8	19.9	19.8	19.8	19.8	19.5	19.4	19.5	19.3	19.5	19.6
49	19.8	19.8	19.8	19.7	19.7	19.8	19.4	19.4	19.4	19.2	19.4	19.5
50	19.8	19.7	19.8	19.5	19.5	19.6	19.4	19.4	19.1	19.0	19.3	19.4
51	19.7	19.5	19.7	19.3	19.5	19.5	19.4	19.2	19.1	19.0	19.2	19.2
52	19.6	19.4	19.5	19.3	19.3	19.2	19.4	19.0	18.9	19.0	19.0	19.1
53	19.5	19.3	19.3	19.2	19.2	19.1	19.1	19.0	18.9	19.0	19.0	19.0
54	19.3	19.0	19.0	19.0	19.0	19.1	19.1	19.0	18.9	19.0	19.0	18.9
55	19.2	19.0	18.9	18.9	19.0	19.0	19.1	18.9	18.9	19.0	18.9	18.8
56	19.2	18.9	18.9	18.9	18.9	19.0	19.1	18.9	18.9	18.9	18.9	18.8
57	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	19.0	18.9	18.9	18.9	18.9	18.8
58	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.8
59	18.9	18.8	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.8
60	18.8	18.8	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.8
61	18.8	18.7	18.8	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.8	18.8
62	18.8	18.7	18.8	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.8	18.8
63	18.8	18.7	18.8	18.9	18.9	18.9		18.9	18.9	18.9	18.8	18.8
64	18.8	18.7	18.8	18.8	18.9	18.9				18.9	18.8	18.8
65	18.8	18.7	18.8	18.8						18.9	18.8	18.8
66	18.8	18.7	18.8								18.8	
67	18.8		18.8									
68	18.8											
69	18.8											
70												

図 2.12 マウンド礁周辺の水温鉛直分布（平成 21 年 7 月）

流向  
→

調査日：平成22年7月22日  
単位：°C

測定層(m)	マウンド南側						マウンド北側					
	S2000	S1000	S500	S200	S100	S50	N50	N100	N200	N500	N1000	N2000
0.5	26.9	26.6	26.9	26.9	26.9	26.9	26.9	26.8	26.9	26.9	26.8	26.8
1	26.8	26.6	26.8	26.9	26.9	26.9	26.9	26.9	26.9	26.8	26.8	26.8
2	26.8	26.7	26.9	26.9	26.9	27.0	26.8	26.8	26.9	26.8	26.8	26.7
3	26.8	26.8	26.9	26.9	26.9	26.9	26.8	26.8	26.8	26.7	26.7	26.7
4	26.8	26.7	26.8	26.8	26.9	26.9	26.8	26.8	26.8	26.8	26.7	26.7
5	26.8	26.7	26.6	26.7	26.9	26.7	26.7	26.8	26.8	26.8	26.8	26.7
6	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.6	26.6	26.6	26.7	26.7	26.6
7	26.8	26.8	26.7	26.5	26.6	26.5	26.4	26.5	26.5	26.5	26.6	26.7
8	26.8	26.8	26.7	26.5	26.5	26.5	26.4	26.4	26.5	26.5	26.3	26.6
9	26.8	26.8	26.7	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.3	26.3
10	26.7	26.8	26.8	26.6	26.5	26.6	26.6	26.6	26.7	26.2	26.3	26.3
11	26.6	26.6	26.8	26.7	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	26.4	26.2	26.2
12	26.5	26.5	26.6	26.8	26.7	26.8	26.5	26.5	26.4	26.6	26.1	26.2
13	26.5	26.4	26.5	26.5	26.7	26.7	26.4	26.4	26.2	27.0	26.2	26.2
14	26.4	26.4	26.4	26.5	26.6	26.5	26.3	26.3	26.2	26.7	26.9	26.2
15	26.1	26.3	26.4	26.4	26.4	26.5	26.2	26.2	25.9	26.2	27.1	26.0
16	25.8	26.3	26.4	26.4	26.4	26.3	26.2	26.2	25.2	26.2	26.2	25.9
17	25.7	26.3	26.3	26.3	26.3	26.3	26.1	26.0	24.9	25.9	26.2	25.7
18	25.4	26.2	26.1	26.0	26.0	26.1	25.6	25.4	24.3	24.9	25.9	25.0
19	25.0	25.7	24.9	25.1	25.3	25.7	25.1	25.2	24.0	24.7	25.1	24.9
20	25.0	25.5	24.2	24.2	24.2	25.2	24.4	24.7	23.9	24.1	24.7	24.8
21	24.8	24.2	24.3	24.0	24.1	24.2	23.9	24.0	23.8	23.9	24.5	24.7
22	24.7	24.4	24.2	24.0	24.0	24.0	23.8	23.9	23.8	23.8	24.6	24.4
23	24.7	24.7	24.3	23.9	24.0	24.0	23.7	23.8	23.7	23.8	24.3	24.3
24	24.7	24.6	24.2	23.9	23.9	23.8	23.7	23.7	23.6	23.7	24.2	24.1
25	24.7	24.4	24.1	23.9	23.8	23.8	23.6	23.7	24.1	23.8	24.2	24.1
26	24.4	24.5	23.9	23.9	23.8	23.7	23.6	23.6	24.0	24.1	23.9	24.1
27	24.5	24.4	23.9	23.7	23.6	23.6	23.8	23.8	23.9	24.2	23.7	24.1
28	24.5	24.4	24.0	23.6	23.6	23.7	23.8	23.8	23.8	24.1	23.5	23.7
29	24.4	24.2	23.8	23.7	23.9	23.9	23.7	23.9	23.8	23.9	23.5	23.4
30	24.2	23.8	23.7	23.8	23.9	23.9	23.6	23.7	23.7	23.8	23.5	23.3
31	24.0	23.6	23.7	23.9	23.9	23.9	23.5	23.6	23.6	23.8	23.5	23.3
32	23.9	23.4	23.6	23.8	23.8	23.7	23.5	23.5	23.6	23.6	23.5	23.3
33	23.9	23.4	23.4	23.7	23.6	23.6	23.4	23.5	23.5	23.6	23.5	23.2
34	23.7	23.3	23.3	23.6	23.5	23.5	23.3	23.5	23.5	23.5	23.4	23.1
35	23.7	23.3	23.2	23.5	23.4	23.4	23.2	23.4	23.3	23.5	23.3	23.1
36	23.5	23.3	23.1	23.4	23.4	23.3	22.8	22.9	23.0	23.4	23.2	23.0
37	23.2	23.2	23.0	23.3	23.2	23.2	22.8	22.8	22.9	23.0	23.0	23.0
38	23.0	23.0	22.9	23.2	23.1	23.1	22.7	22.8	22.8	22.9	22.9	22.9
39	22.8	22.7	22.8	23.1	23.0	22.9	22.7	22.7	22.7	22.8	22.8	22.6
40	22.5	22.6	22.7	22.9	22.8	22.8	22.7	22.5	22.7	22.6	22.7	22.6
41	22.2	22.5	22.3	22.8	22.8	22.8	22.3	22.3	22.6	22.3	22.4	22.4
42	22.0	22.2	22.2	22.8	22.7	22.7	22.1	22.0	22.2	22.0	22.0	22.3
43	21.7	22.1	22.0	22.7	22.3	22.2	22.0	22.0	22.0	21.9	21.9	22.0
44	21.7	21.8	21.9	22.3	22.1	22.1	21.9	21.9	22.0	21.9	21.9	21.9
45	21.7	21.7	21.7	22.1	22.1	21.9	21.8	21.8	21.9	21.9	21.8	21.8
46	21.7	21.7	21.7	22.0	22.1	21.8	21.8	21.7	21.9	21.8	21.6	21.7
47	21.7	21.6	21.6	21.8	21.7	21.7	21.6	21.6	21.8	21.7	21.4	21.7
48	21.6	21.6	21.6	21.7	21.6	21.6	21.6	21.5	21.6	21.5	21.4	21.6
49	21.6	21.5	21.6	21.6	21.6	21.6	21.6	21.3	21.5	21.5	21.3	21.4
50	21.5	21.5	21.5	21.6	21.6	21.6	21.3	21.3	21.5	21.4	21.3	21.4
51	21.5	21.5	21.4	21.6	21.5	21.6	21.2	21.2	21.3	21.4	21.3	21.3
52	21.5	21.5	21.4	21.5	21.4	21.5	21.1	21.1	21.3	21.2	21.2	21.3
53	21.5	21.4	21.4	21.4	21.4	21.4	21.1	21.1	21.2	21.1	21.1	21.3
54	21.4	21.3	21.3	21.4	21.4	21.4	21.0	21.1	21.2	21.1	21.1	21.3
55	21.3	21.3	21.2	21.4	21.3	21.3	21.0	21.0	21.1	21.1	21.1	21.0
56	21.3	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	20.9	21.0	21.1	21.0	21.1	21.0
57	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	20.7	20.7	21.1	21.0	21.0	20.9
58	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	20.6	20.6	21.0	20.9	20.8	20.9
59	21.1	21.2	21.2	21.1	21.1	21.1	20.5	20.5	20.7	20.8	20.7	20.8
60	21.1	21.1	21.1	21.1	21.1	21.1	20.5	20.5	20.6	20.7	20.7	20.8
61	20.9	21.1	21.1	21.1	21.1	21.0	20.5	20.5	20.5	20.6	20.6	20.7
62	20.9	21.0	21.0	20.9	20.8	20.8	20.4	20.4	20.4	20.5	20.6	20.6
63	20.8	20.8	20.7	20.7	20.6	20.7	20.4	20.4	20.4	20.5	20.6	20.6
64	20.7	20.6	20.6	20.5	20.5				20.4	20.4	20.5	20.5
65	20.7	20.5	20.5							20.4	20.5	20.5
66	20.6	20.4	20.5								20.5	
67	20.5											
68	20.5											

図 2.13 マウンド礁周辺の水温鉛直分布（平成 22 年 7 月）

### 3 宇久北マウンド礁

#### (1) 魚礁効果調査

##### ① ROV観測

視認された蛸集魚の尾数は、平成22年が30.2万尾、平成23年が1.6万尾であり、年変動が大きかった。主因は平成22年に30万尾みられたハナダイ類が平成23年には1万尾に減少したためである。また、蛸集重量は平成22年が5,700kg、23年が1,800kgであった。

主な蛸集魚の尾数及び重量を図3.1、図3.2に示した。尾数の優占種はハナダイ類、キダイ、イサキ、ウマヅラハギ、ネンブツダイ、イシダイ、ヒラマサ等で、重量における優占種は、ハナダイ類、キダイ、ヒラマサ、イサキ等であった。尾数、重量の組成は2ヶ年にわたりほぼ同様で、高価格魚が比較的多かった。

蛸集魚の分布類型別の種数及び重量についてみると、両年ともI型からIV型の全ての分布型の魚種が出現し、様々な魚種に対して蛸集機能が発揮されていた(図3.3.3)。

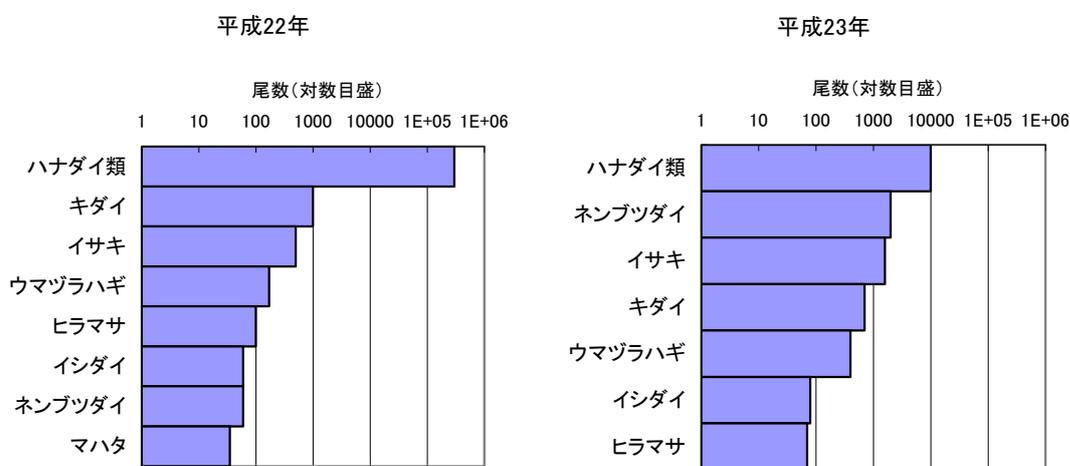


図 3.1 主要魚種の蛸集尾数

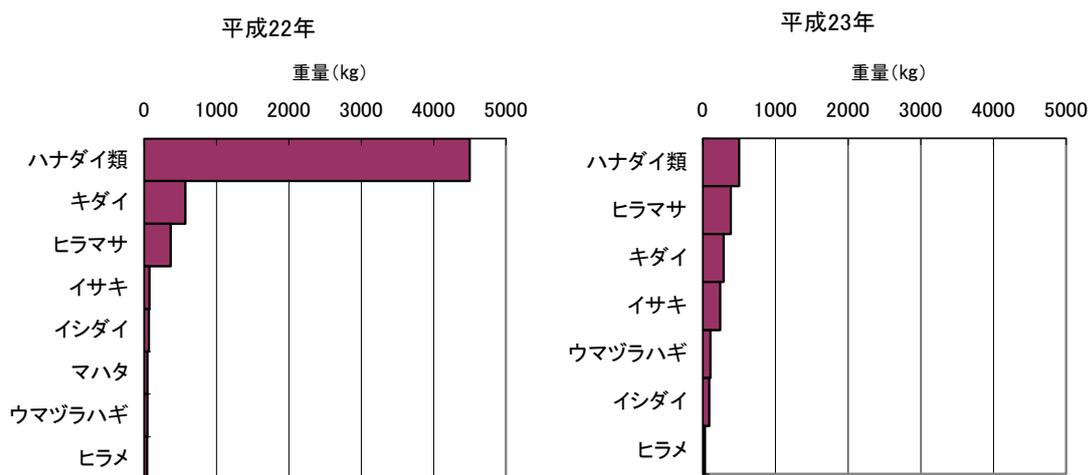


図 3.2 主要魚種の蛸集重量

平成 22 年

平成 23 年

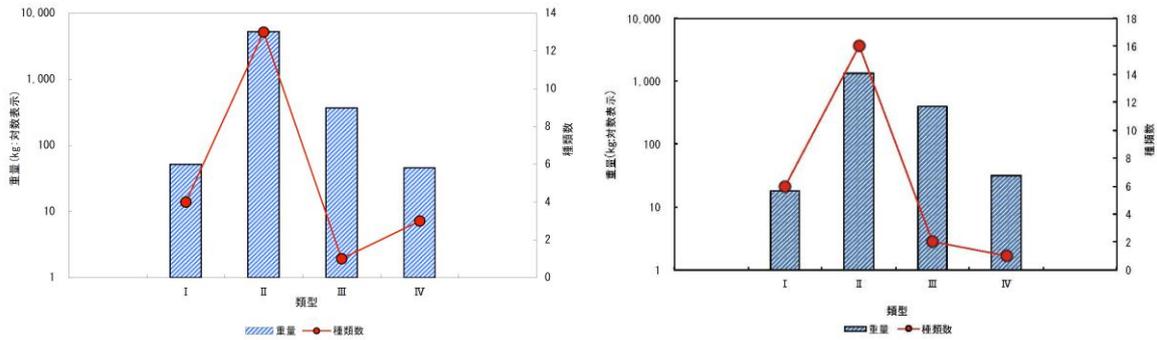


図 3.3 分布類型別種類数と蛸集重量

## ② 漁獲調査

刺網（長さ 600m、目合：外網 36 cm、内網 10 cm）による採捕結果を図 3.4 に示した。1 操業あたりの採捕量は 55～234 kg の範囲にあり、平成 22 年 10 月から平成 23 年 5 月にかけての採捕量はウマヅラハギの多獲により 200 kg 前後と多かった。

ウマヅラハギの採捕量を季節別にみると、平成 22 年、23 年とも夏季に少なかった。平成 22 年は秋に採捕量が急増したが、平成 23 年の秋は夏季と大差なく、低い水準であった。このように、ウマヅラハギの蛸集量は年によってかなり変動している。

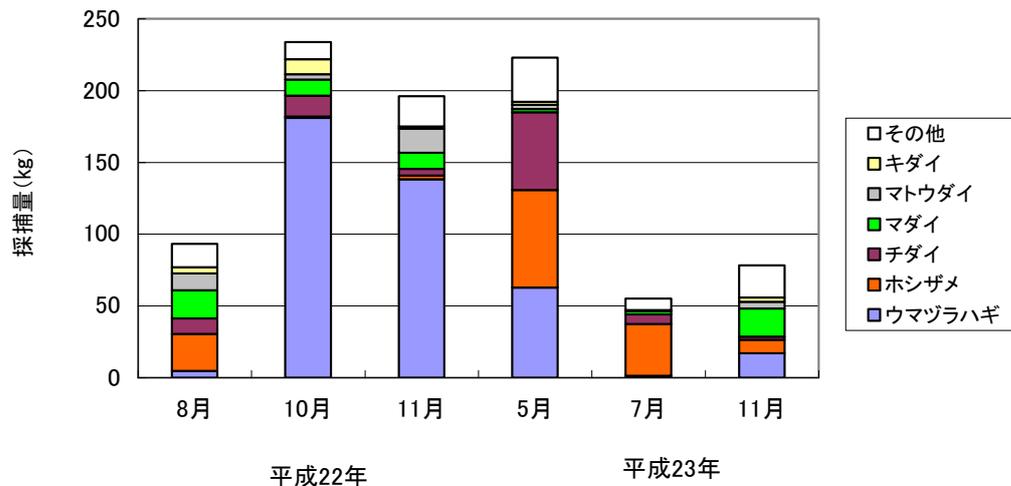


図 3.4 刺網による採捕結果

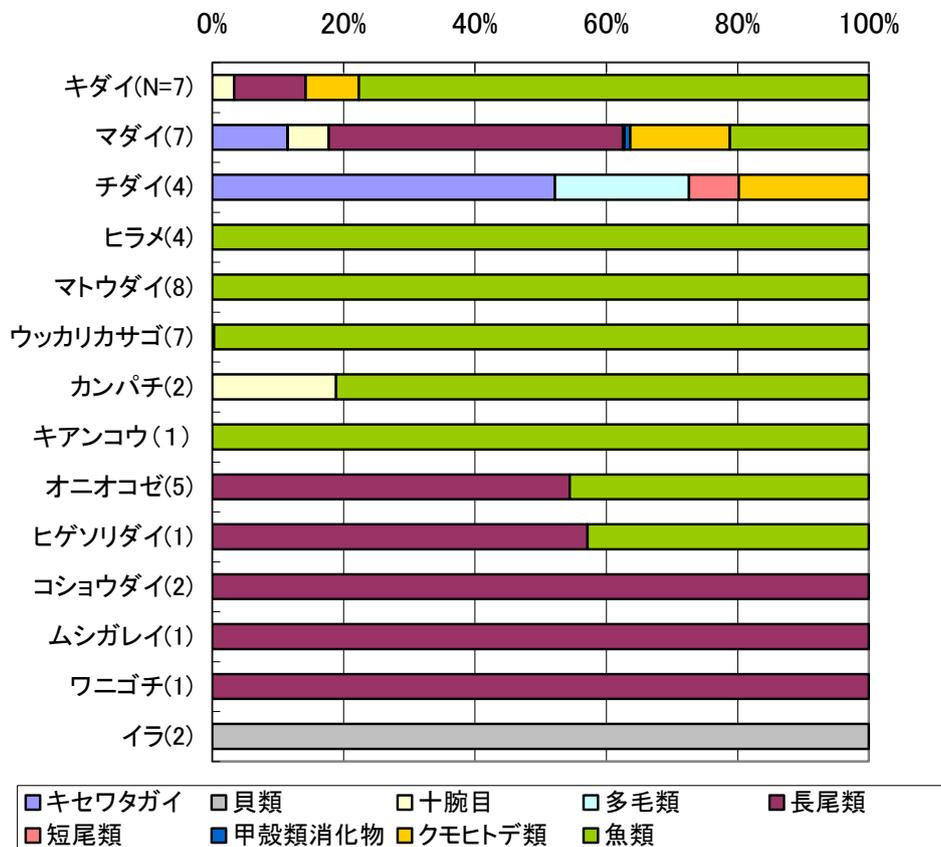
## ③ 胃内容物調査

図 3.5 より、採捕した魚類の食性は、胃内容物から①魚食性種、②エビ類または魚類等の遊泳性の生物を補食する種、③付着生物を摂餌する種、④底生生物から魚類まで餌料種が多岐にわたる種に類型化できる。

タイ類は魚類、長尾類、キセワタガイ、クモヒトデ類など幅広い食性を示しており、マウンド礁及びその周辺を生活領域として種々の餌料を捕食していると思われる（類型④）。ヒラメ、マトウダイ、ウッカリカサゴ、カンパチ等は魚食性が強く（類型①）、マアジの稚魚やROV調査で多くの蛸集が確認されたネブツダイを捕食していた。マアジ稚魚は5月にウッカリカサゴとマトウダイの胃内容物として出現し、1.5～2g

サイズであった。このことから、マアジの稚魚が当海域の海底付近にも分布していることが明らかとなった。

オニオコゼ、ヒゲソリダイ、ワニゴチ等はエビ類、魚類を主に摂餌していた（類型②）。イラはマウンド礁の付着生物と思われる貝類を摂餌していた（類型③）。また、ウマヅラハギもその摂餌パターンからして、付着生物を積極的に摂餌していると考えられる。



注) カッコ内の数字は検体数を示す

図 3.5 マウンド蝸集魚の胃内容物組成

#### ④ 産卵調査

卵巣組織の観察から、キダイ、チダイ、マダイ、マトウダイ、ウマヅラハギ、イシダイ、イラ、ワニゴチの 8 魚種で成熟個体が確認された（表 3.1）。

主な蝸集魚の GIS の季節変化を図 3.3.6 に示した。

東シナ海における重要な水産資源であるキダイは、GSI 2 以上が成熟・産卵の目安とされている。当施設に 5 月～10 月に出現した個体の GSI は 3 を超えており、長期にわたって当該海域で産卵している可能性が高い。また、8 月には放卵間近の吸水卵が確認された。

チダイは 5 月と 10 月に GSI の大きい個体が出現した。チダイの産卵期はこれまで秋とされてきたが、5 月の GSI は秋の値を上回っており、当海域においては春と秋の 2 回産卵している可能性が示唆された。

また、既往知見によれば、ウマヅラハギの東シナ海における産卵期は 5～6 月で、GSI は最大 10 程度となる。5 月に採捕したウマヅラハギの GSI の値は 10 を超えており、当

施設で産卵している可能性は高い。

表 3.1 卵巣成熟魚一覧

魚種	年	月	全長(mm)	GSI	成熟度	卵数
キダイ	H22	8	296	6.09	成熟期	3,236,000
		8	308	6.67	成熟期	2,315,000
		10	266	3.74	成熟期	1,270,000
		10	255	5.09	成熟期	959,000
		10	290	3.85	前成熟期	1,733,000
	H23	5	273	3.08	前成熟期	1,322,000
		5	293	4.74	前成熟期	1,931,000
チダイ	H22	10	322	4.45	成熟期	1,657,000
	H23	5	335	7.67	胚胞移動期	6,385,000
		5	315	6.67	前成熟期	1,967,000
		5	272	3.16	胚胞移動期	856,000
マダイ	H23	5	567	2.44	前成熟期	4,364,000
マトウダイ	H22	10	425	14.40	成熟期	1,364,000
		11	455	3.23	前成熟期	2,236,000
		11	396	4.38	前成熟期	2,186,400
ウマヅラハギ	H23	5	298	13.36	前成熟期	2,481,000
		5	270	9.24	前成熟期	1,568,000
		5	278	13.87	前成熟期	1,600,000
インダイ	H23	5	443	14.00	胚胞移動期	19,908,000
イラ	H23	7	378	2.98	胚胞移動期	4,763,000
ワニゴチ	H22	8	520	2.76	胚胞移動期	1,761,000
	H23	7	494	3.52	胚胞移動期	4,053,000

注1.卵巣内で未成熟から成熟まではほぼ連続した段階の卵が認められるため、

卵巣の成熟度をもっとも成熟の進んだ卵の成熟段階で表した。

注2.成熟段階については、新版魚類学(上)恒星社厚生閣に従った。

注3.直径が0.1mm未満の卵は卵数測定の対象外とした。

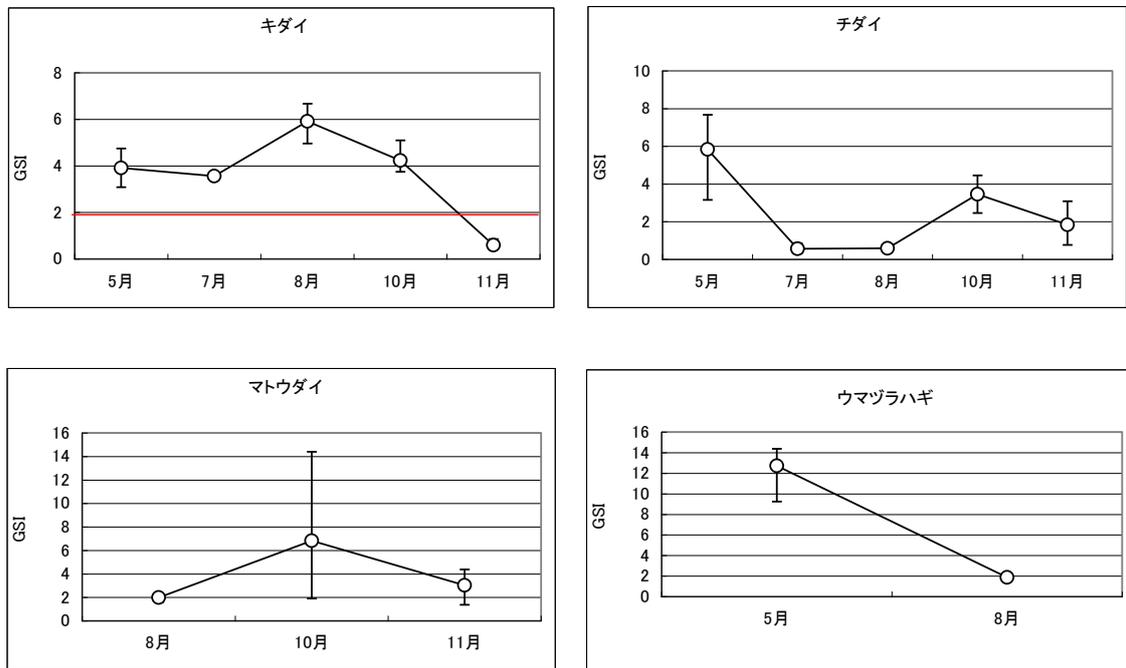


図 3.6 主な鯖集魚の GSI の変化

⑤ 付着生物調査

マウンド礁に付着する主な生物は、カキ類、フジツボ類、カンザシゴカイ類などで、カキ類の付着量が最も多く、フジツボ類がこれに次いだ。

生物の付着量を被覆率としてみると、マウンド礁全体としては40～80%の範囲にあり、全体を通してみると50%程度の被覆率であった。

付着面の向き別では、上段～中段では水平面で付着量が多く、下段では垂直面で付着量がやや多かった。

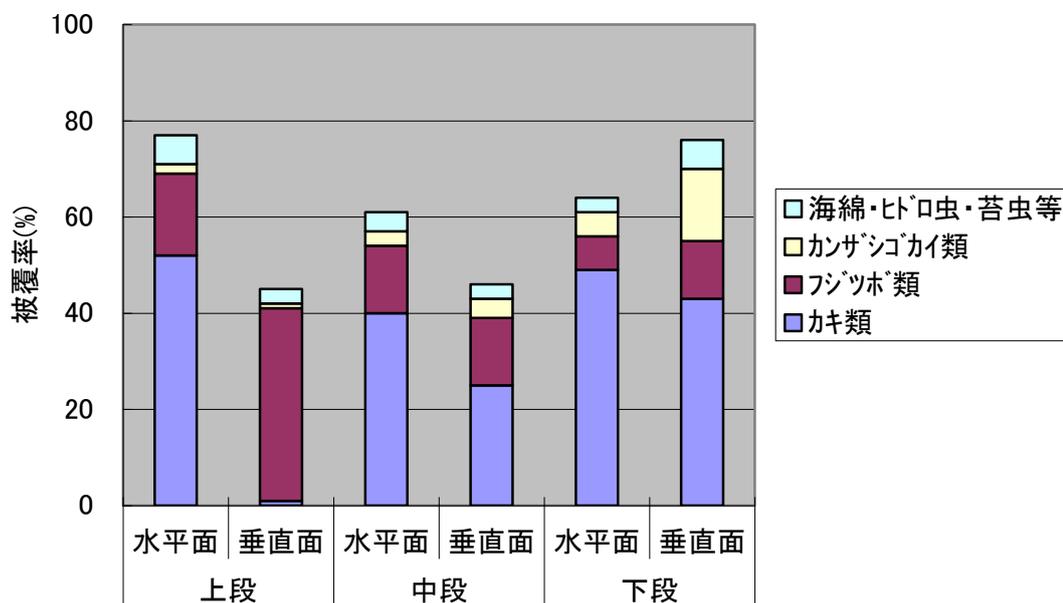


図 3.7 マウンド礁への生物の付着状況 (2ヶ年平均)

## (2) 湧昇効果調査

### ① 底生生物調査

マウンド礁周辺における底生生物 (湿重量) の分布 (2ヶ年平均値) を図 3.3.8 に示した。

マウンド礁の1 km内外の湿重量の平均値は、それぞれ 2.07g/0.1 m<sup>2</sup>、1.81g/0.1 m<sup>2</sup>であり、2 km内外では 2.00g/0.1 m<sup>2</sup>、1.82g/0.1 m<sup>2</sup>であった。ともにマウンド礁近辺で湿重量が多いが、その差はわずかであった。なお、マウンド周辺と粒径のかなり異なる南側の3-4 kmを除いたケースでは、マウンド1 km内外及び2 km内外の差はそれぞれ、0.26g/m<sup>2</sup>、0.35g/m<sup>2</sup>とやや増大する。

対馬東、阿久根沖ではマウンド付近とその外側で底生生物量に明確な差がみられた。これらの海域は海底がほぼ平坦で、底質も一様なため、マウンド設置後、影響域の内側で底質の違いが明確となり、このことが底生生物相の制限要因となっている。しかし、当マウンド水域は、後述するように海底地形が複雑で底質が一様でないため、マウンド礁設置によって生じる底質、ひいては底生生物量の変化が分かりにくい。

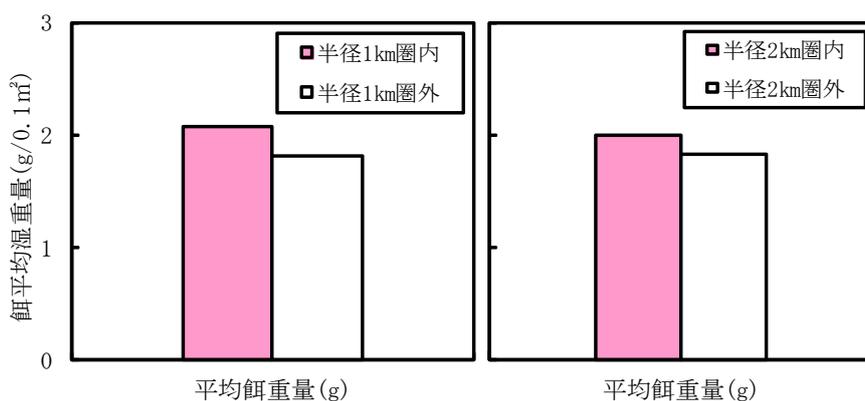
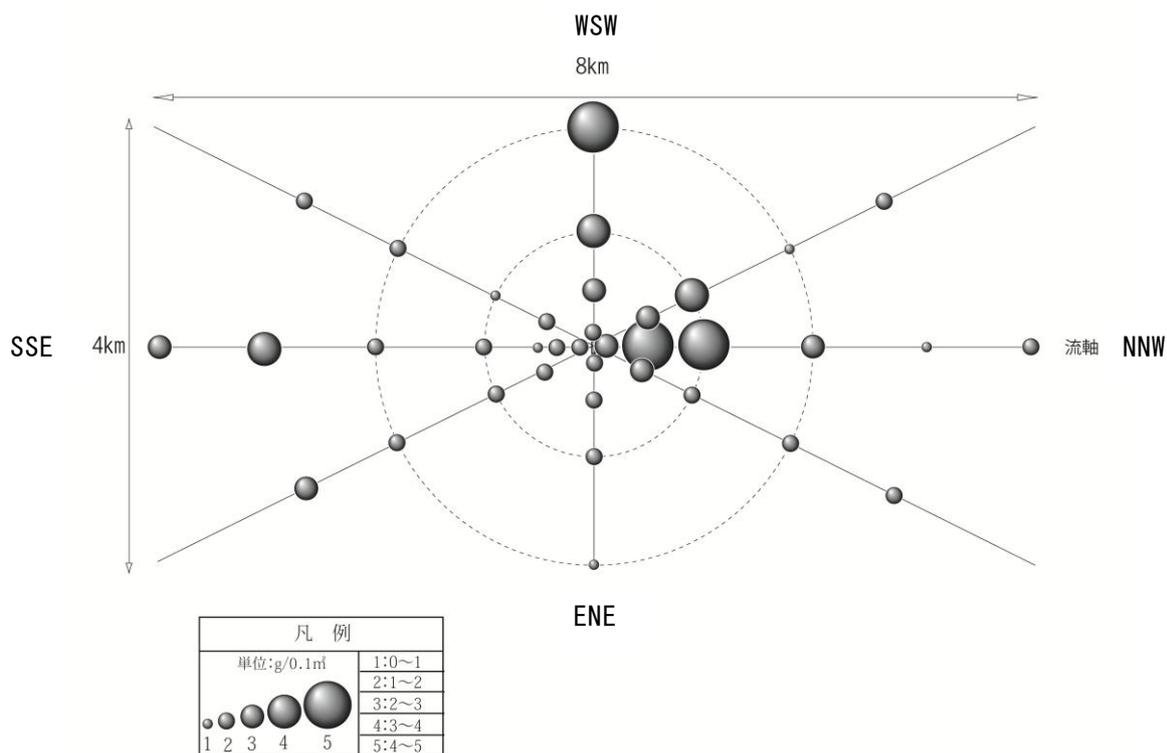


図 3.8 底生生物湿重量の分布 (2ヶ年平均)

## ② 底質調査

マウンド礁周辺の底質粒度をみると、南側水域が北側水域よりも粗い。これは、マウンドの影響というより、海底の地形・地質の影響を受けてのものと考えられる。南側水域のマウンドから1km以上の場所では岩礁が点在し、水深も浅く、礫混じりの底質となっている。北側水域は一面砂泥底で、マウンドから離れるに従って水深が増し、それに伴いシルト分の割合が漸増している。

強熱減量についても同様で、その分布は自然の海底地形や地質が制限因子として強く働いていると思われる。

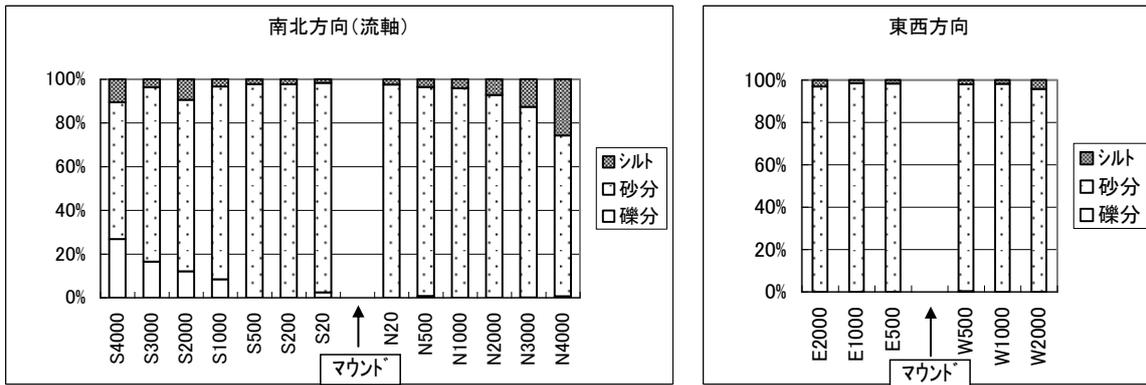


図 3.9 底質粒度の分布（2ヶ年平均）

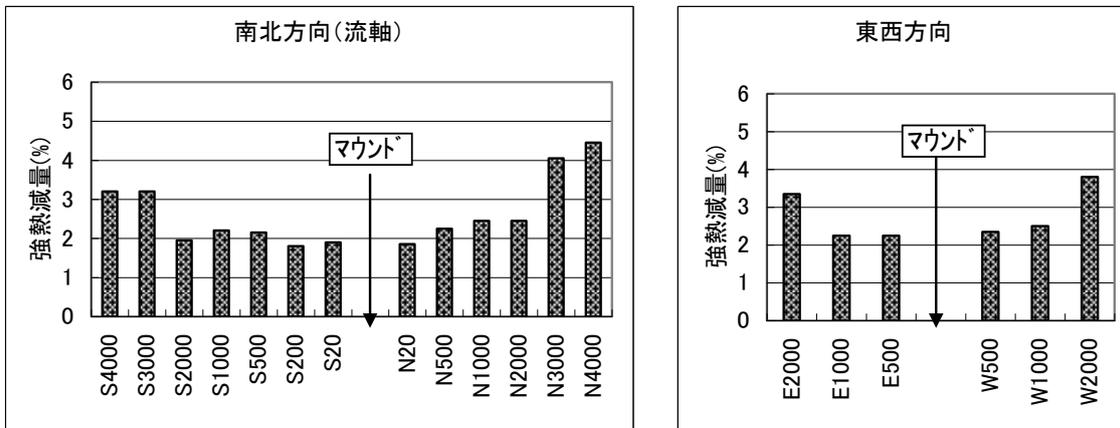


図 3.10 強熱減量の分布（2ヶ年平均）

底生生物の分布と底質の関係については図 3.11 及び図 3.12 に示した。

マウンド礁の南側では 3-4 km 地点で底生生物量が多く、中央粒径、強熱減量も大きな値となっている。通常中央粒径と強熱減量は負の相関をとるが、ここではそうはならなかった。南側 3-4 km 地点で砂が存在するのは岩礁域の窪みであり、こうした場所は底質は粗くても有機物が滞留しやすいと考えられる。

北側水域ではマウンド礁から離れるに従い強熱減量が増加する一般的な傾向がみられた。通常は強熱減量（有機物量）の大きい場所で底生生物量の多いことが予想されるが、結果はそうではなく 1 km 内で多かった。有機物量は環境収容力を支配する大きな要素であるが、これに底質粒度等の他の要素が付随して環境収容力が決定されると考えられる。

マウンド礁の近辺は南北とも甲殻類が多かった。マウンド礁の設置により甲殻類の生息に良好な環境が形成されたと思われる。

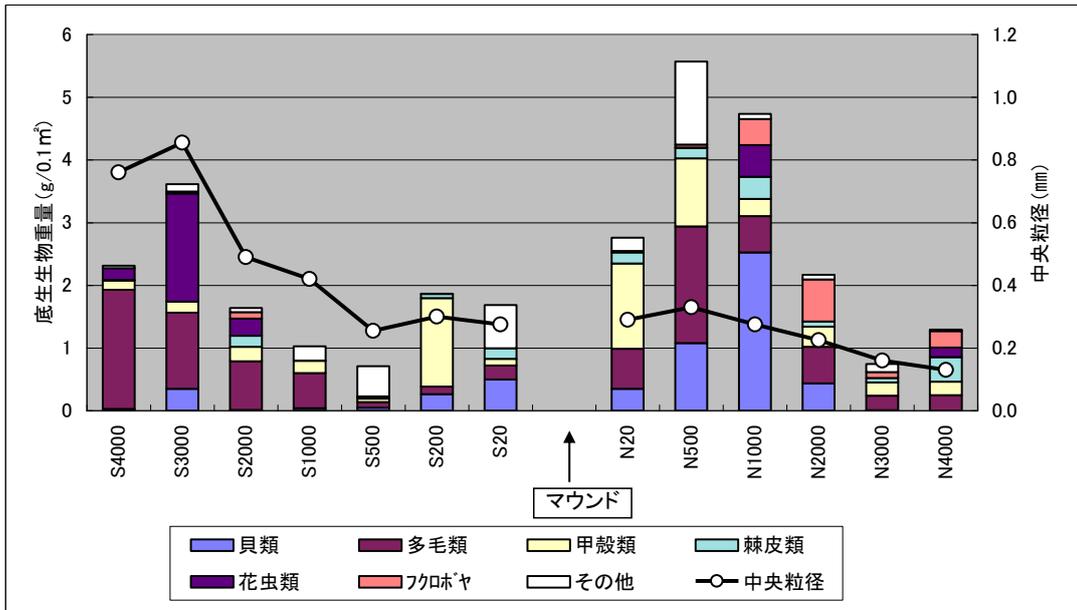


図 3.11 底生生物湿重量と底質粒度の関係 (2ヶ年平均)

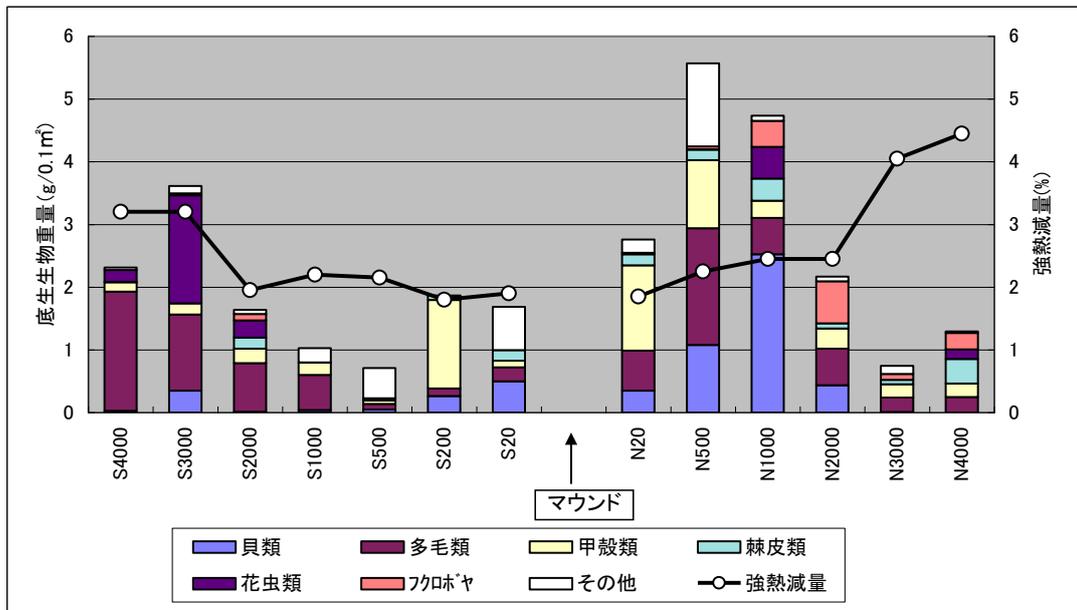


図 3.12 底生生物湿重量と強熱減量の関係 (2ヶ年平均)

### ③ 水温分布調査

平成 22 年 8 月の観測では、底層の等温線がマウンド礁の下流側でやや上昇しており、底層流の上昇がうかがわれた。しかし、平成 23 年 7 月は等温線の上昇が不明瞭であった。

なお、宇久北の流向・流速は、調査船に使用した漁船に装備されたドップラー流速計の計測値 (測定層水深 60m) である。

調査時の底層流況 流向220° 0.4ノット (20cm/s) 調査日:平成22年8月4日  
 単位:°C

測定層(m)	マウンド南側					マウンド北側						
	S2000	S1000	S500	S200	S100	S50	N50	N100	N200	N500	N1000	N2000
0.5	30.0	29.4	30.0	29.9	30.0	29.6	29.0	29.3	29.7	30.2	29.3	29.8
1	30.1	30.0	30.1	29.7	29.0	28.8	28.9	29.0	28.9	29.3	28.9	29.1
2	29.0	28.8	29.4	29.5	28.7	28.6	28.7	28.7	28.7	28.7	28.7	28.8
3	28.7	28.7	28.7	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.7	28.6	28.7
4	28.6	28.6	28.6	28.6	28.5	28.5	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.7
5	28.5	28.5	28.6	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.6	28.6	28.6
6	28.5	28.5	28.5	28.4	28.4	28.4	28.4	28.5	28.5	28.5	28.6	28.6
7	28.4	28.4	28.4	28.3	28.3	28.2	28.3	28.4	28.4	28.3	28.5	28.4
8	28.4	28.3	28.3	28.2	28.2	28.0	28.3	28.3	28.1	28.0	28.4	27.6
9	28.3	28.2	28.2	27.9	27.8	27.7	28.0	28.0	27.9	27.8	28.0	27.5
10	28.2	28.1	28.0	27.7	27.6	27.6	27.9	27.8	27.7	27.7	27.8	27.2
11	28.0	27.9	27.8	27.6	27.5	27.5	27.7	27.6	27.6	27.4	27.4	27.1
12	27.9	27.7	27.7	27.4	27.3	27.2	27.6	27.5	27.4	27.2	27.1	27.0
13	27.7	27.6	27.6	27.3	27.1	27.0	27.4	27.2	27.2	27.0	27.0	27.0
14	27.5	27.5	27.5	27.0	26.8	26.8	27.2	27.1	26.9	26.9	26.9	26.8
15	27.3	27.3	27.3	26.8	26.6	26.6	27.0	27.0	26.6	26.6	26.6	26.7
16	26.7	26.9	27.2	26.6	26.5	26.5	26.8	26.8	26.5	26.5	26.5	26.7
17	26.5	26.7	26.8	26.5	26.4	26.4	26.6	26.6	26.5	26.4	26.4	26.5
18	26.3	26.5	26.6	26.4	26.2	26.3	26.5	26.5	26.2	26.2	26.0	26.4
19	26.3	26.3	26.5	26.2	25.6	25.8	26.4	26.4	25.7	25.7	25.6	26.0
20	26.1	26.3	26.4	25.9	25.3	25.4	26.2	26.0	25.4	25.4	25.3	25.6
21	25.4	25.7	26.4	25.4	25.1	25.1	25.6	25.4	25.1	25.3	24.9	25.4
22	25.0	25.3	26.1	25.1	24.9	24.9	25.4	25.2	25.0	25.1	24.4	25.4
23	24.3	24.9	25.4	24.9	24.4	24.3	25.1	25.0	24.5	25.0	24.1	25.3
24	24.0	24.2	25.3	24.3	24.0	23.9	24.9	24.7	24.1	24.4	24.0	24.9
25	23.9	24.0	24.9	23.9	23.8	23.8	24.3	24.2	24.0	24.1	23.6	24.6
26	23.9	23.9	24.3	23.8	23.8	23.7	24.1	23.9	23.8	23.9	23.6	24.4
27	23.8	23.8	23.9	23.7	23.7	23.7	23.9	23.8	23.7	23.7	23.5	24.2
28	23.8	23.8	23.8	23.7	23.7	23.6	23.8	23.7	23.6	23.6	23.4	23.6
29	23.7	23.7	23.7	23.7	23.6	23.6	23.7	23.7	23.6	23.5	23.4	23.5
30	23.6	23.7	23.7	23.7	23.6	23.6	23.7	23.7	23.6	23.5	23.4	23.4
31	23.5	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.7	23.6	23.6	23.5	23.3	23.3
32	23.5	23.6	23.6	23.5	23.5	23.5	23.6	23.6	23.5	23.4	23.2	23.3
33	23.4	23.5	23.6	23.5	23.5	23.5	23.6	23.5	23.5	23.4	23.1	23.2
34	23.3	23.4	23.6	23.5	23.5	23.4	23.5	23.5	23.5	23.2	23.1	23.2
35	23.1	23.2	23.6	23.5	23.4	23.3	23.5	23.5	23.4	23.1	23.1	23.2
36	22.9	23.0	23.4	23.5	23.3	23.2	23.5	23.4	23.4	23.1	22.9	23.0
37	22.8	23.0	23.3	23.3	23.2	23.0	23.4	23.4	23.2	23.1	22.7	22.9
38	22.7	22.9	23.2	23.1	23.1	23.0	23.4	23.3	23.1	23.0	22.6	22.7
39	22.6	22.7	23.0	23.0	23.0	22.9	23.3	23.3	23.1	22.7	22.5	22.6
40	22.6	22.7	22.9	22.9	22.9	22.9	23.3	23.1	23.1	22.7	22.4	22.5
41	22.5	22.6	22.8	22.9	22.9	22.7	23.1	23.1	23.0	22.5	22.3	22.4
42	22.4	22.5	22.8	22.8	22.7	22.6	23.1	23.1	22.9	22.3	22.3	22.3
43	22.3	22.2	22.6	22.6	22.6	22.6	23.1	23.0	22.7	22.3	22.2	22.3
44	22.2	22.2	22.6	22.6	22.6	22.2	23.0	22.8	22.5	22.1	21.9	22.3
45	22.2	22.2	22.3	22.3	22.3	22.3	22.7	22.6	22.3	22.0	21.9	22.1
46	22.1	22.2	22.2	22.3	22.2	22.1	22.5	22.4	22.3	22.0	21.9	22.0
47	22.0	22.1	22.2	22.2	22.2	21.9	22.3	22.3	22.2	21.9	21.9	22.0
48	21.9	22.1	22.2	22.2	22.0	21.9	22.2	22.2	22.0	21.9	21.9	21.9
49	21.9	22.1	22.1	22.1	21.9	21.8	22.2	22.0	22.0	21.9	21.5	21.9
50	21.9	22.1	22.1	21.9	21.9	21.7	22.0	22.0	21.9	21.8	21.4	21.7
51	21.8	22.0	21.9	21.9	21.8	21.4	21.9	21.9	21.9	21.4	21.4	21.5
52	21.6	21.9	21.9	21.9	21.6	21.5	21.9	21.9	21.9	21.4	21.4	21.4
53	21.7	21.9	21.9	21.9	21.4	21.5	21.9	21.9	21.7	21.4	21.6	21.6
54	21.9	21.9	21.9	21.6	21.5	21.6	21.9	21.8	21.4	21.6	21.7	21.8
55	22.0	21.8	21.8	21.4	21.5	21.5	21.7	21.4	21.4	21.6	21.7	21.6
56	22.1	21.5	21.7	21.4	21.6	21.5	21.4	21.4	21.4	21.7	21.4	21.2
57	21.3	21.4	21.4	21.5	21.5	21.5	21.4	21.4	21.6	21.6	21.0	20.9
58	20.9	21.5	21.5	21.5	21.6	21.0	21.4	21.6	21.7	21.3	20.7	20.8
59	20.7	21.0	21.4	21.5	20.9	20.8	21.5	21.7	21.7	21.2	20.5	20.7
60	20.7	20.8	21.3	21.2	20.7	20.6	21.7	21.7	21.7	21.0	20.5	20.7
61	20.7	20.8	20.8	20.6	20.4	20.4	21.7	21.7	21.6	21.0	20.4	20.7
62	20.6	20.5	20.4	20.5	20.4	20.3	21.7	21.6	20.9	20.5	20.4	20.6
63	20.5	20.5	20.4	20.3	20.3	20.0	21.6	20.9	20.5	20.4	20.4	20.5
64	20.4	20.5	20.4	20.3	20.0	19.9	21.3	20.5	20.4	20.4	20.4	20.4
65	20.1	20.5	20.4	20.1	19.9	19.9	20.6	20.4	20.4	20.3	20.4	20.1
66	20.0	20.4	20.2	20.0	19.9	19.9	20.4	20.3	20.4	20.3	20.3	19.7
67	19.9	20.2	20.2	19.9	19.9	19.8	20.4	20.3	20.3	20.1	20.1	19.6
68	19.7	20.1	19.9	19.8	19.8	19.8	20.3	20.2	20.2	20.1	20.0	19.5
69	19.6	20.0	19.9	19.8	19.8	19.8	20.3	20.0	20.0	19.9	20.0	19.5
70	19.5	19.9	19.8	19.8	19.7	19.7	20.0	20.0	20.0	20.0	19.7	19.5
71	19.4	19.8	19.8	19.8	19.7	19.6	20.0	19.9	19.9	19.9	19.5	19.4
72	19.3	19.8	19.8	19.8	19.5	19.5	20.0	19.9	19.9	19.7	19.4	19.3
73	19.0	19.8	19.7	19.7	19.5	19.4	19.9	19.8	19.8	19.5	19.0	19.3
74	18.9	19.7	19.7	19.7	19.3	19.4	19.8	19.8	19.7	19.4	19.0	19.2
75	18.9	19.5	19.6	19.7	18.9	19.0	19.7	19.6	19.6	19.4	19.0	19.2
76	18.8	19.4	19.6	19.5	18.6	18.8	19.6	19.6	19.5	19.3	19.0	19.1
77	18.8	19.4	19.5	19.2	18.4	18.5	19.5	19.5	19.4	19.3	18.9	19.0
78	18.7	19.3	19.4	18.9	18.3	18.1	19.5	19.5	19.4	19.2	18.8	18.8
79	18.6	19.0	19.1	18.4	18.0	18.0	19.4	19.5	19.4	19.0	18.6	18.7
80	18.5	18.6	18.5	18.3	17.9	18.0	19.3	19.2	19.0	18.3	18.2	18.5
81	18.3	18.3	18.4	18.1	17.9	17.9	19.1	18.9	18.6	18.2	18.2	18.3
82	17.9	18.2	18.3	18.0	17.9	17.8	18.6	18.7	18.3	18.1	18.1	18.1
83	17.8	18.1	18.1	17.9	17.8	17.7	18.4	18.5	18.2	18.1	18.1	17.9
84	17.8	18.0	18.0	17.8	17.7	17.7	18.3	18.2	18.1	17.9	18.0	17.9
85	17.8	17.7	17.9	17.7	17.6	17.6	18.3	18.2	18.0	17.7	17.8	17.8
86	17.8	17.7	17.7	17.7	17.6	17.6	18.1	18.0	17.8	17.7	17.8	17.7
87		17.7	17.7	17.7						17.6	17.8	17.7
88											17.6	17.4
89											17.6	17.3
90											17.6	17.3
91											17.6	17.3
92											17.5	17.3
93											17.5	17.3
94											17.3	17.3
95											17.3	17.3

図 3.13 マウンド礁周辺の水溫鉛直分布 (平成 22 年 8 月)

流向 →

測定層(m)	マウンド南側						マウンド北側					
	S2000	S1000	S500	S200	S100	S50	N50	N100	N200	N500	N1000	N2000
0.5	24.3	24.4	24.7	24.7	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.7	24.6	24.8
1	24.3	24.5	24.7	24.7	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.7	24.6	24.7
2	24.0	24.4	24.7	24.7	24.8	24.9	24.8	24.8	24.8	24.8	24.5	24.4
3	23.8	24.1	24.6	24.7	24.7	24.8	24.7	24.8	24.7	24.3	24.2	24.1
4	23.8	24.0	24.3	24.7	24.4	24.2	24.4	24.6	24.7	24.0	24.0	24.0
5	23.8	24.0	24.2	24.7	23.9	23.9	24.3	24.4	24.2	23.9	23.9	23.9
6	23.8	23.9	24.2	24.6	23.8	23.8	24.2	24.3	24.2	23.8	23.8	23.9
7	23.7	23.9	24.1	24.4	23.8	23.8	24.1	24.2	24.1	23.8	23.8	23.8
8	23.7	23.9	24.0	24.1	23.8	23.8	24.0	24.1	24.1	23.8	23.8	23.8
9	23.7	23.8	24.0	24.1	23.8	23.8	24.0	24.0	23.9	23.8	23.8	23.8
10	23.7	23.8	23.9	23.9	23.8	23.8	23.9	23.9	24.0	23.8	23.8	23.8
11	23.6	23.8	23.8	23.8	23.8	23.8	23.8	23.8	24.0	23.8	23.7	23.8
12	23.6	23.8	23.8	23.8	23.7	23.8	23.8	23.8	23.8	23.8	23.7	23.8
13	23.6	23.7	23.8	23.8	23.7	23.7	23.8	23.8	23.8	23.8	23.7	23.8
14	23.6	23.7	23.8	23.8	23.7	23.7	23.8	23.8	23.8	23.8	23.7	23.7
15	23.6	23.7	23.7	23.8	23.7	23.7	23.8	23.8	23.8	23.7	23.7	23.7
16	23.5	23.6	23.7	23.7	23.6	23.7	23.8	23.8	23.8	23.7	23.7	23.7
17	23.5	23.6	23.7	23.7	23.6	23.6	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7
18	23.5	23.6	23.7	23.7	23.6	23.6	23.7	23.7	23.7	23.6	23.7	23.6
19	23.4	23.5	23.6	23.7	23.6	23.5	23.7	23.7	23.6	23.6	23.6	23.7
20	23.4	23.5	23.6	23.6	23.5	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.7
21	23.4	23.5	23.5	23.6	23.5	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.7
22	23.3	23.5	23.5	23.6	23.5	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6
23	23.3	23.5	23.5	23.5	23.5	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6
24	23.3	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6
25	23.3	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.5
26	23.2	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.5
27	23.1	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.5
28	23.1	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.6	23.6	23.5
29	23.1	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5
30	23.0	23.4	23.5	23.5	23.4	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.4
31	23.0	23.4	23.4	23.5	23.4	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.4
32	23.0	23.3	23.4	23.4	23.3	23.5	23.4	23.4	23.3	23.5	23.5	23.4
33	23.0	23.3	23.4	23.4	23.2	23.5	23.4	23.3	23.3	23.4	23.5	23.4
34	22.9	23.2	23.4	23.2	23.1	23.4	23.3	23.2	23.1	23.4	23.5	23.4
35	22.9	23.1	23.3	23.1	23.0	23.4	23.3	23.2	23.1	23.4	23.4	23.4
36	22.9	23.0	23.1	23.0	23.0	23.3	23.2	23.1	23.0	23.3	23.4	23.4
37	22.9	23.0	23.0	22.9	22.9	23.3	23.2	23.0	23.0	23.2	23.4	23.4
38	22.9	23.0	22.9	22.9	22.9	23.1	23.1	23.0	22.9	23.1	23.3	23.4
39	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	23.1	23.0	23.0	22.9	23.0	23.2	23.4
40	22.7	22.9	22.9	22.9	22.9	23.0	23.0	22.9	22.9	22.9	23.0	23.4
41	22.5	22.9	22.9	22.8	22.8	22.9	23.0	22.9	22.3	22.9	22.9	23.4
42	22.4	22.9	22.8	22.8	22.8	22.9	22.9	22.8	22.8	22.9	22.9	23.4
43	22.4	22.9	22.8	22.7	22.8	22.8	22.9	22.8	22.6	22.8	22.8	23.3
44	22.3	22.9	22.6	22.5	22.8	22.8	22.9	22.7	22.5	22.8	22.7	23.1
45	22.3	22.8	22.5	22.3	22.6	22.8	22.7	22.5	22.1	22.7	22.7	22.8
46	22.2	22.6	22.4	22.2	22.5	22.6	22.5	22.5	21.7	22.3	22.6	22.7
47	22.2	22.5	22.2	22.0	22.2	22.5	23.5	22.2	21.4	22.1	22.4	22.7
48	22.2	22.2	22.0	21.7	22.0	22.2	22.3	21.7	21.4	21.8	22.1	22.6
49	22.1	22.1	21.7	21.6	21.7	22.0	22.1	21.6	21.4	21.3	21.9	22.5
50	22.1	22.0	21.6	21.2	21.5	21.6	21.7	21.4	21.4	21.2	21.2	22.5
51	22.1	21.6	21.1	21.0	21.3	21.5	22.6	20.9	21.3	21.2	21.1	22.4
52	22.0	21.1	20.8	20.7	20.9	21.7	21.5	20.8	20.8	21.2	21.0	22.0
53	22.0	20.6	20.7	20.6	20.7	20.6	20.8	20.7	20.7	21.0	21.0	21.4
54	21.9	20.4	20.7	20.6	20.5	20.6	20.7	20.7	20.6	20.8	20.9	21.0
55	21.9	20.3	20.6	20.6	20.6	20.5	20.7	20.5	20.3	20.6	20.8	20.6
56	21.8	20.1	20.4	20.5	20.6	20.6	20.7	20.4	20.3	20.5	20.6	20.3
57	21.5	20.1	20.4	20.3	20.4	20.6	20.7	20.4	20.3	20.4	20.5	20.0
58	21.5	20.1	20.3	20.2	20.3	20.6	20.6	20.4	20.3	20.2	20.4	20.0
59	21.2	20.1	20.2	20.1	20.0	20.4	20.4	20.4	20.3	20.2	20.3	20.0
60	20.9	20.2	20.0	20.1	19.9	20.2	20.4	20.4	20.2	20.1	20.0	19.9
61	20.1	20.3	19.8	19.7	19.9	20.0	20.4	20.3	19.9	20.0	20.1	19.6
62	19.9	20.3	19.7	19.6	19.7	19.9	20.4	20.2	19.8	19.9	20.3	19.6
63	19.8	20.2	19.7	19.6	19.6	19.8	20.2	19.9	19.7	19.7	20.1	19.6
64	19.7	19.8	19.7	19.6	19.6	19.7	19.9	19.8	19.6	19.6	20.0	19.5
65	19.5	19.8	19.7	19.6	19.5	19.6	19.7	19.7	19.6	19.5	19.9	19.6
66	19.3	19.8	19.7	19.5	19.4	19.5	19.7	19.7	19.5	19.5	19.5	19.6
67	19.2	19.5	19.7	19.4	19.4	19.4	19.6	19.6	19.5	19.5	19.5	19.5
68	19.1	19.6	19.4	19.4	19.3	19.4	19.5	19.5	19.4	19.5	19.3	19.2
69	19.1	19.4	19.5	19.3	19.3	19.4	19.4	19.5	19.4	19.4	19.3	19.1
70	18.9	19.4	19.5	19.3	19.2	19.3	19.3	19.4	19.3	19.4	19.4	19.0
71	18.8	19.3	19.4	19.2	19.2	19.2	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.0
72	18.7	19.1	19.3	19.2	19.1	19.2	19.1	19.3	19.0	19.0	19.2	19.0
73	18.6	19.0	19.2	19.1	19.0	19.2	19.0	19.1	19.0	19.0	19.1	19.0
74	18.5	19.0	19.1	19.0	18.9	19.1	19.0	19.0	19.0	19.0	18.9	19.0
75	18.4	19.2	19.0	18.9	18.9	18.9	18.9	19.0	18.9	18.9	18.4	19.0
76	18.3	19.1	19.0	18.9	18.8	18.9	18.6	19.0	18.7	18.8	18.2	18.9
77	18.2	18.7	18.8	18.7	18.6	18.8	18.4	18.6	18.6	18.5	18.1	18.5
78	18.2	18.4	18.6	18.5	18.4	18.6	18.3	18.4	18.4	18.4	18.0	18.3
79	18.2	18.3	18.4	18.5	18.2	18.4	17.8	18.2	18.3	18.2	17.9	18.4
80	18.0	18.3	18.4	18.4	18.1	18.2	17.8	18.1	18.1	18.1	17.9	18.2
81	17.9	18.2	18.3	18.3	17.8	18.2	17.7	17.8	17.8	17.9	17.8	18.1
82	17.8	18.1	18.2	18.2	17.7	17.9	17.5	17.7	17.7	17.8	17.8	17.9
83	17.8	18.0	18.2	18.0	17.6	17.7	17.3	17.7	17.7	17.7	17.7	17.7
84	17.8	17.8	18.1	17.7	17.4	17.7	17.3	17.4	17.4	17.6	17.7	17.5
85	17.7	17.6	17.9	17.6	17.3	17.6	17.3	17.3	17.3	17.3	17.6	17.5
86	17.7	17.6	17.7	17.4	17.3	17.6	17.2	17.2	17.2	17.2	17.5	17.5
87	17.7	17.5	17.5	17.4			17.2	17.2	17.2	17.2	17.3	17.5
88			17.4	17.4							17.2	17.4
89			17.4								17.2	17.4
90											17.2	17.2
91											17.2	17.2
92											17.2	17.2
93											17.1	17.1
94											17.1	17.1
95											17.0	17.0

図 3.14 マウンド礁周辺の水溫鉛直分布 (平成 23 年 7 月)

## 4 五島西マウンド礁

### (1) 魚礁効果調査

#### ① ROV観測

視認された蛸集魚の尾数は約3万尾、重量換算で1.8tであった。

主な蛸集魚の尾数及び重量を図4.1に示した。尾数はハナダイ類、イサキ、ネンブツダイ、アジ類の順、重量はイサキ、ハナダイ類、ヒラマサ、キダイの順が多かった。

蛸集魚の分布類型別種数及び蛸集重量についてみると、I型からIV型の全ての分布型の魚種が出現し、様々な魚種に対して蛸集機能が発揮されていた(図4.2)。

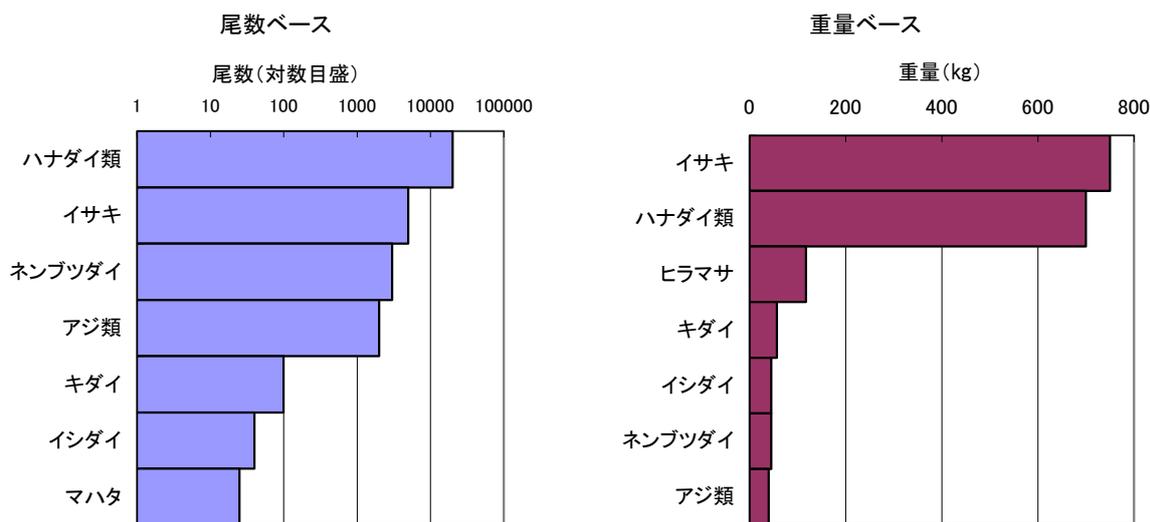


図 4.1 主要魚種の蛸集尾数及び蛸集重量

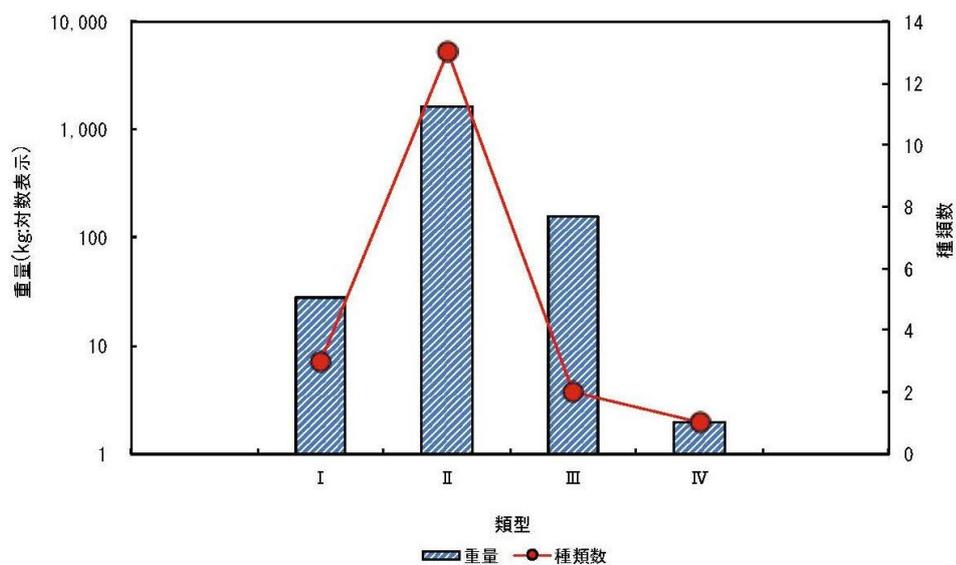
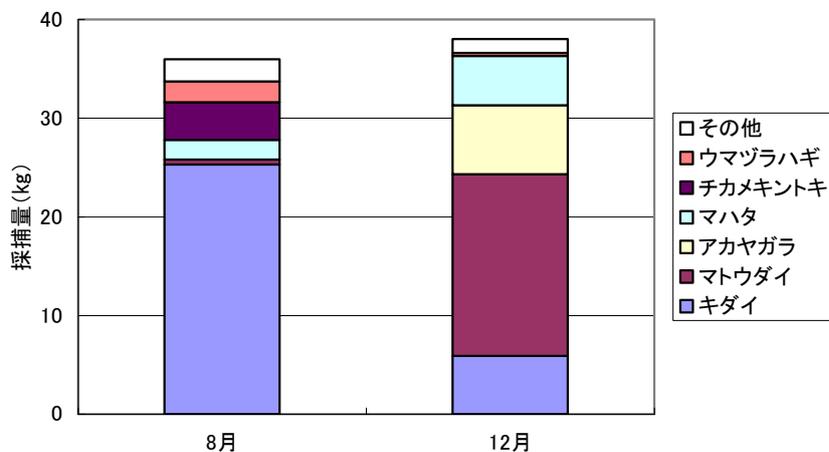


図 4.2 分布類型別種類数と蛸集重量

## ② 漁獲調査

8月及び12月の採捕量はそれぞれ、36 kg、38 kgと同等であった。8月に多く採捕されたのはキダイで、その多くが成熟個体であったことから産卵群の可能性が高い。12月の主な採捕魚はマトウダイ、アカヤガラ、キダイであった。



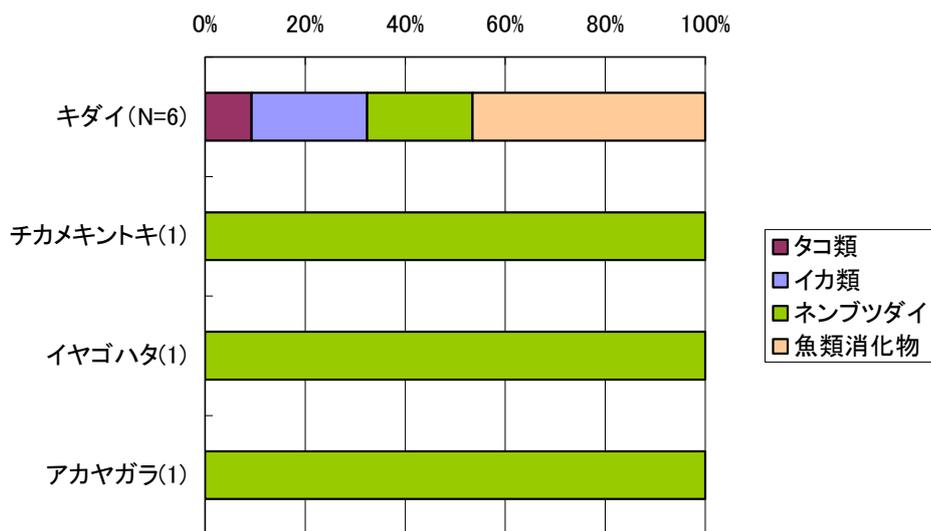
注) 乗組員 3 人による 5 時間の採捕結果

図 4.3 釣りによる採捕結果

## ③ 胃内容物調査

マウンド蛸集魚の胃内容物組成を図 4.4 に示すが、空胃個体が多かったため、十分な検体数が得られなかった。

いずれの魚種も胃内容物の多く、もしくは全てが魚類であり、同定可能なものは全てネンブツダイ類であった。



注) カッコ内の数字は検体数を示す

図 4.4 マウンド蛸集魚の胃内容物組成

#### ④ 産卵調査

卵巣組織の観察から、キダイ、タマガシラ、マトウダイの3種で成熟個体が確認された(表4.1)。

表4.1 卵巣成熟魚一覧

魚種	年	月	全長(mm)	GSI	成熟度	卵数
キダイ	H23	8	262	1.53	成熟期	976,000
		8	263	3.03	成熟期	1,271,000
		8	297	4.08	胚胞移動期	2,898,000
		8	265	3.98	胚胞移動期	2,400,000
タマガシラ	H23	8	197	2.78	胚胞移動期	2,560,000
		8	198	3.53	胚胞移動期	1,549,000
マトウダイ	H23	12	370	8.01	胚胞移動期	1,261,000

注1.卵巣内で未成熟から成熟まではほぼ連続した段階の卵が認められるため、

卵巣の成熟度をもっとも成熟の進んだ卵の成熟段階で表した。

注2.成熟段階については、新版魚類学(上)恒星社厚生閣に従った。

注3.直径が0.1mm未満の卵は卵数測定の対象外とした。

#### ⑤ 付着生物調査

マウンド礁に付着する主な生物は、カキ類、フジツボ類、カンザシゴカイ類、海綿類、ヒドロ虫類、苔虫類等であり、礁の70~90%がこれらの生物で覆われていた。

被覆率が高かったのはマウンドの下段部であり、以下、上段、中段の順であった。礁の中段で付着量がやや少ない傾向は宇久北でもみられた。

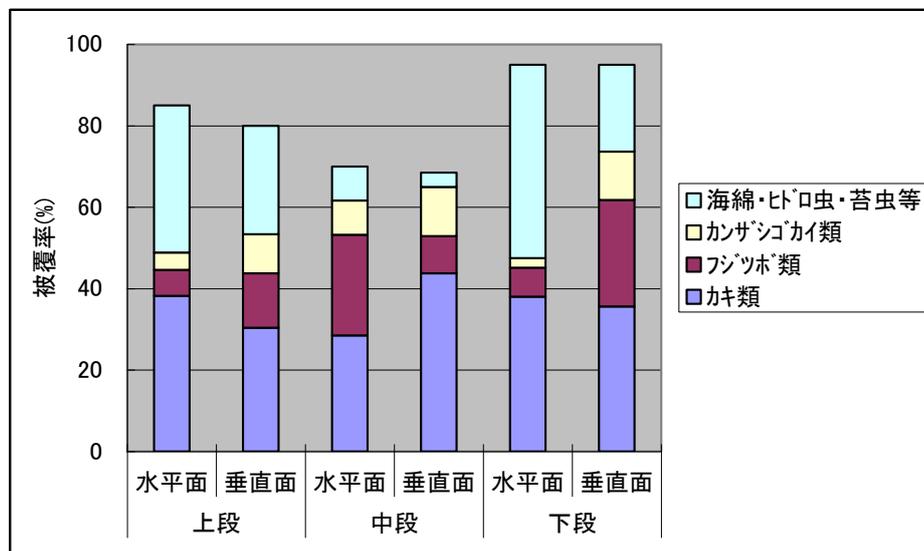


図4.5 マウンド礁への生物の付着状況

(2) 湧昇効果調査

① 底生生物調査

マウンド礁周辺における底生生物(湿重量)の分布は図4.6に示すようにランダムで、マウンド礁との関係が不明瞭である。

また、表4.2に示すように1km内外、2km内外ともマウンド礁に近い区域の重量が小さいが、これは南側水域のS4000の値が突出していたことが影響している。しかしながら、S4000を除いたケースにおいても、その差は小さくなるものの、やはりマウンド付近よりもその外側で底生生物量が多い結果となる。

当マウンド礁で発生する湧昇流は図4.7に示すように、水道部を通過する強い流れを利用するものであるが、水道部の水深が浅いため、深層の栄養豊かな水を一気に上昇させるマウンド礁の本来機能と異なる側面があり、底生生物の増産効果が発現しにくくなっているのではないだろうか。

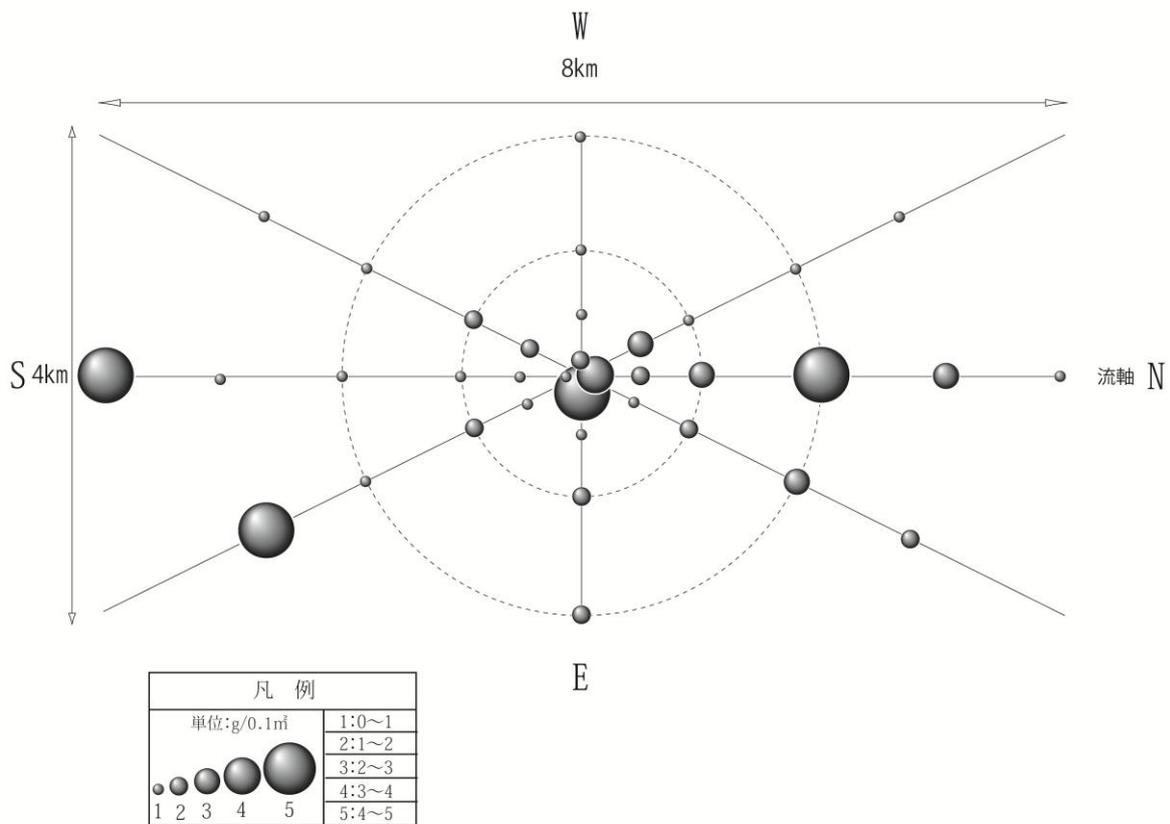


図 4.6 底生生物質重量の分布

表 4.2 区域別の底生生物湿重量

	単位:g/0.1m <sup>2</sup>				
	1km内	1km外	2km内	2km外	全域
全測点を対象	1.4	2.2	1.5	2.7	1.8
S4000を除外	1.4	1.8	1.5	1.7	1.6



図 4.7 マウンド礁周辺の海底地形及び流向

② 底質調査

マウンド礁周辺の底質は南側水域が砂礫質、北側水域は砂泥質であった。強熱減量は底質粒度の粗い場所ほど低く、両者の一般的な関係がみられた。

マウンド礁の南側で底質が粗い理由として、水道部に近く潮流が速いことが考えられる。また、陸域に近い調査水域の南側、東側では粒度が粗いことから、調査水域の粒度分布は水道部の強い流れと地形の影響を少なからず受けていると考えられる。

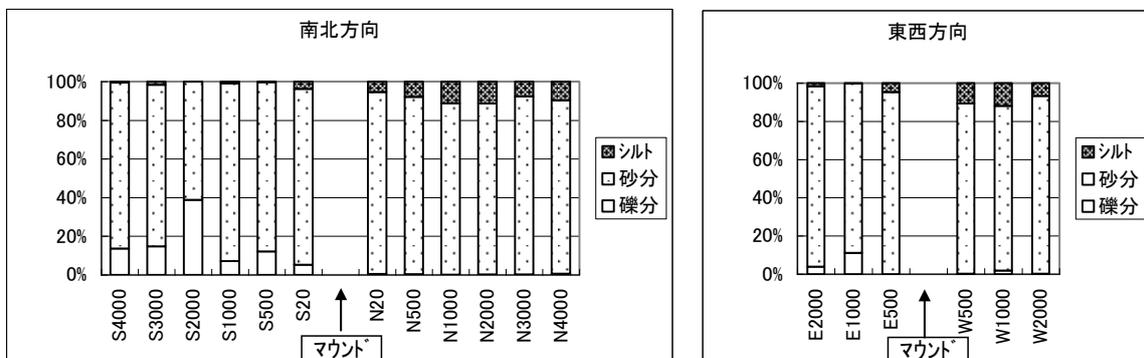


図 4.8 底質粒度の分布

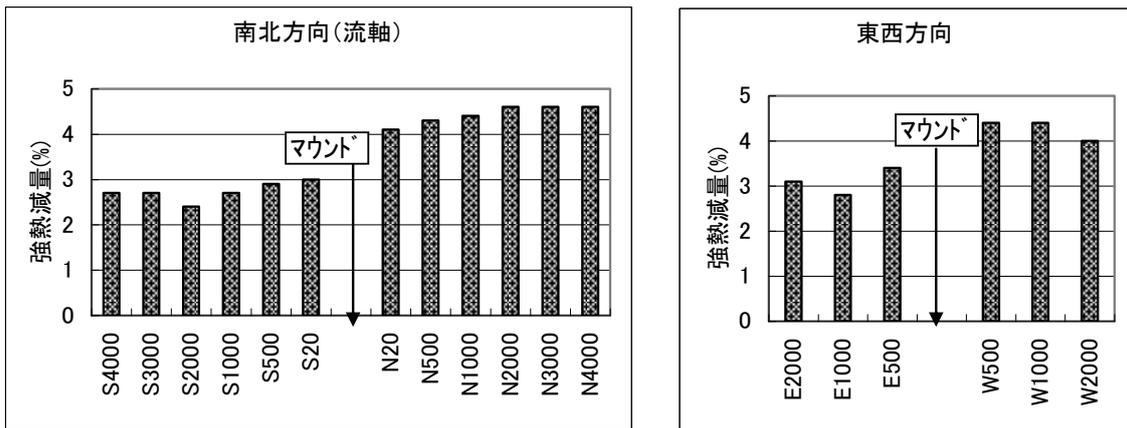


図 4.9 強熱減量の分布

流軸上の 4 km 圏内における底生生物量と底質中央粒径及び強熱減量の関係を図 4.10 及び図 4.11 に示した。

南側水域ではマウンドから離れるに従って底質は粗粒化する傾向がみられた。これに対して底生生物量はマウンド直近から 3 km までは一様に少なく、底質粒度との関係は不明瞭であった。北側水域では、中央粒径値がほぼ一様ななかで、底生生物量はマウンド礁直近と 2 km 地点で底生生物量が多く凹凸を示した。底生生物量の多い地点の主な生物は甲殻類であった。

なお、南側 4 km 地点の底生生物量が突出しているが、その大半は 1 個体のギボシムシによるものであり、単純に現存量が多いとは考えにくい。

強熱減量は北側水域で高く、北側水域では底生生物量も南側に比べて多かった。

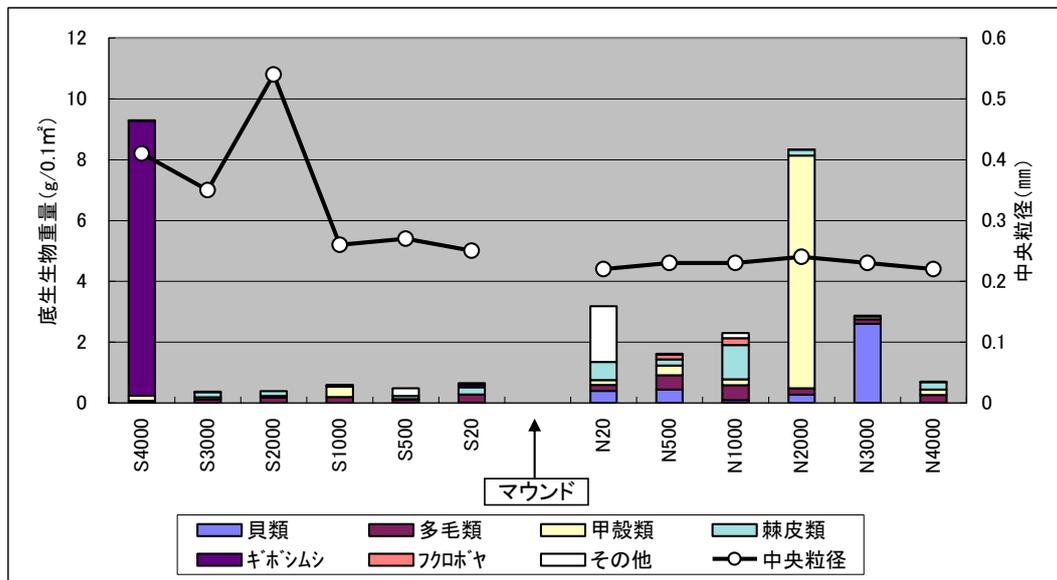


図 4.10 底生生物湿重量と底質粒度の関係

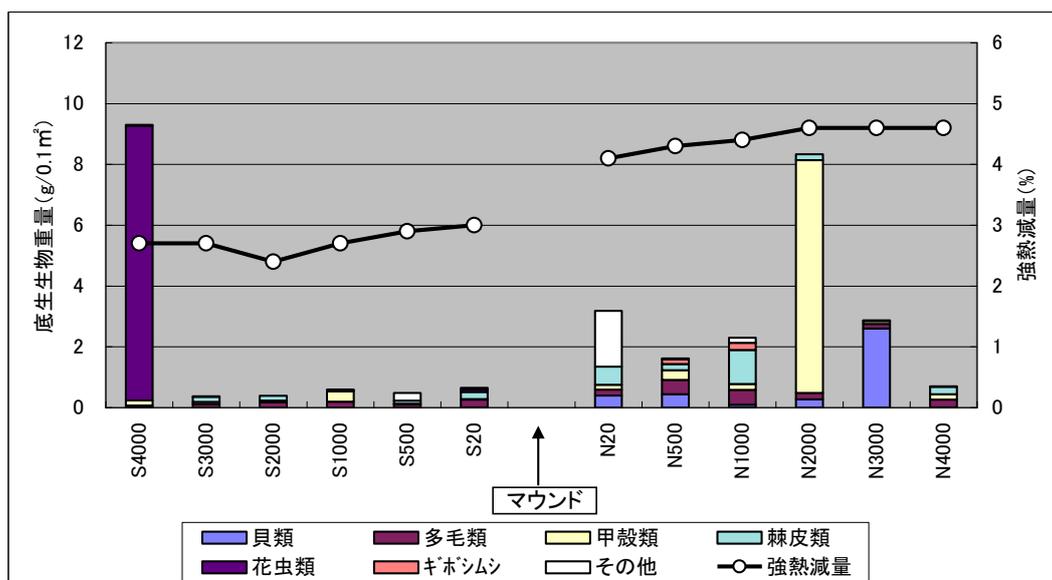
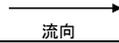


図 4.11 底生生物湿重量と底質粒度の関係

### ③ 水温分布調査

平成 23 年 8 月の流軸方向における水温の鉛直分布を図 4.12 に示すが、等温線の勾配は不明瞭で、底層の水温の低い水が上昇している様子は確認できなかった。

調査時の流況 北流(目視)



調査日:平成23年8月23日  
単位:°C

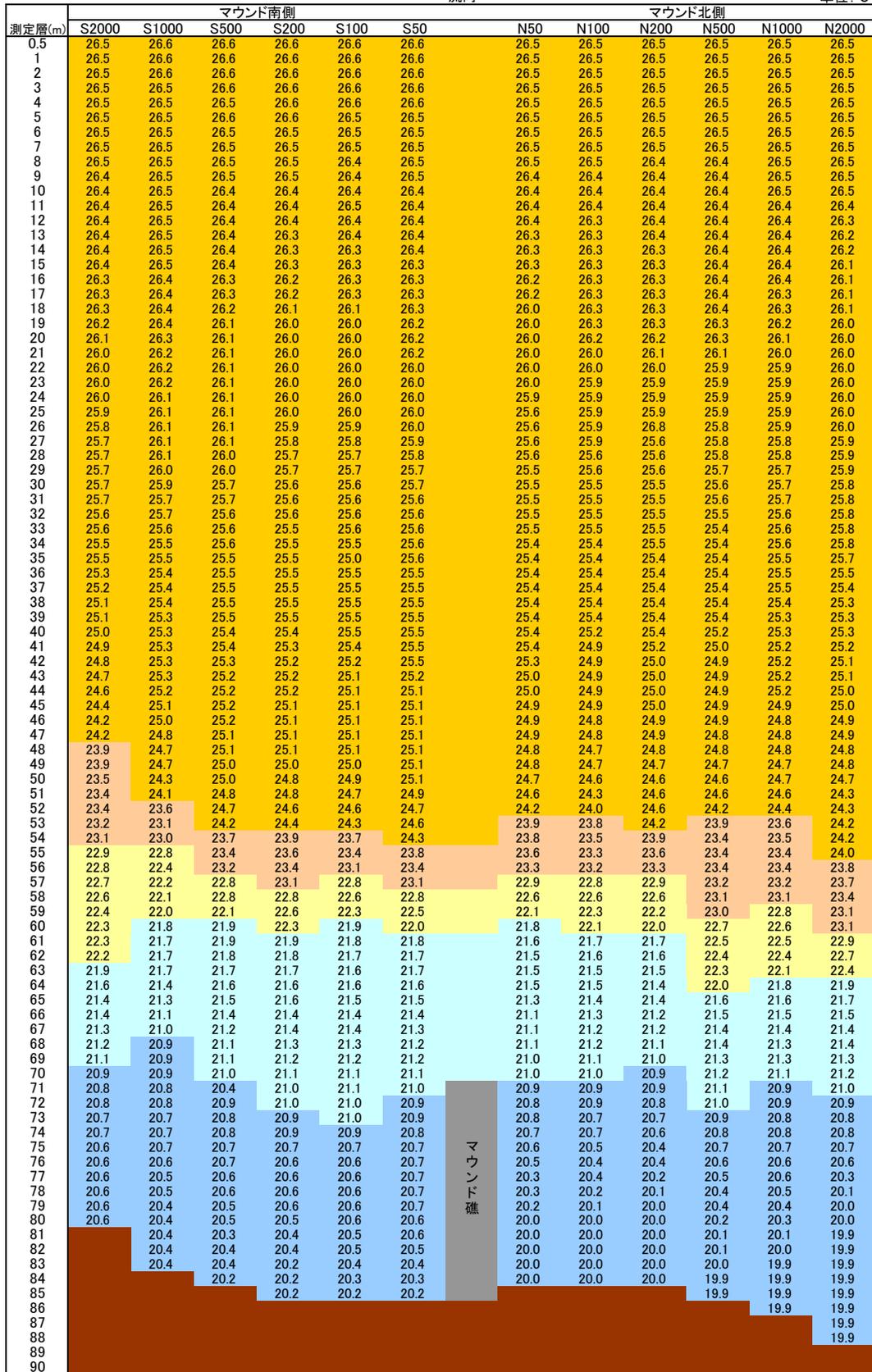


図 4.12 マウンド礁周辺の水溫鉛直分布 (平成 23 年 8 月)

## 5 まとめ

調査結果の概要は下表に示すとおりである。

表 5.1 調査結果の概要

施設略称	対馬東		宇久北		五島西		阿久根沖	
位置	長崎県対馬東水道 N 34° 24.704' E 129° 29.157'		長崎県五島列島 N 33° 21.161' E 129° 10.229'		長崎県五島列島 N 32° 51.950' E 128° 48.200'		鹿児島県阿久根市沖 N 31° 59.550' E 130° 05.705'	
水深	89m		85m		84m		63m	
形状寸法	120×60×15m		120×60×15m		150×75×15m		190×70×20m	
材質	石炭灰コンクリート		石炭灰コンクリート		石材		石材	
調査年度	H21		H22-23		H23		H21-22	
魚類集重量 (kg)	総量	1336	総量	3762	総量	1799	総量	4194
	メダイ	873	ハナダイ類	2500	イサキ	750	アジ類	2400
	ムツ	116	キダイ	429	ハナダイ類	700	イサキ	1100
	ブリ類	85	ヒラマサ	378	ヒラマサ	118	ネンブツダイ	450
	アジ類	81	イサキ	158	キダイ	57	ヒラマサ	135
	ハチビキ	51	イシダイ	79	イシダイ	45	ハナダイ類	25
漁獲量 (kg) 1操業あたり	総量(刺網)	118	総量(刺網)	147	総量(釣り)	37	総量(刺網)	30
	メダイ	61	ウマヅラハギ	67	キダイ	16	チダイ	7
	ホシザメ	14	ホシザメ	24	マトウダイ	9	マトウダイ	3
	ウマヅラハギ	8	チダイ	16	アカヤガラ	4	アカヤガラ	3
	マトウダイ	6	マダイ	11	マハタ	3		
	キダイ	5	マトウダイ	7	チカメキントキ	2	総量(釣り)	19
							イサキ	6
							チダイ	3
							アカヤガラ	3
主要魚の胃内容物	メダイ マアジ ウマヅラハギ	クラゲ類 魚類 かいあし類 多毛類 イソギンチャク フジツボ	マダイ チダイ キダイ	長尾類 魚類 クモヒトデ キサツガイ 貝類 クモヒトデ 魚類	キダイ 魚類 頭足類		マアジ イサキ	かいあし類 クラゲノミ 長尾類 多毛類 甲殻類(消化)
産卵魚種	メダイ マアジ ウマヅラハギ キダイ イシダイ アカアマダイ	成熟期 成熟期 成熟期 成熟期 胚胞移動期 前成熟期	キダイ チダイ マダイ マトウダイ ウマヅラハギ イシダイ イラ ワニゴチ	成熟期 成熟期 前成熟期 成熟期 前成熟期 胚胞移動期 胚胞移動期 胚胞移動期	キダイ タマガシラ マトウダイ	成熟期 胚胞移動期 胚胞移動期	マアジ イサキ チダイ ハモ カワハギ ウマヅラハギ マトウダイ ホウボウ	成熟期 成熟期 胚胞移動期 前成熟期 前成熟期 胚胞移動期 前成熟期 成熟期
付着生物	20ヶ月後付着量(g/m <sup>2</sup> ) 付着生物総量 餌料動物 選好性餌料動物	 1003 259 119	目視優占種 カキ類 フジツボ類 カンザシゴカイ類	被覆率(%) 35 15 5	目視優占種 カキ類 フジツボ類 カンザシゴカイ類	被覆率(%) 40 15 10	目視優占種 カキ類 フジツボ類 カンザシゴカイ類	被覆率(%) 50 15 10
底生物量 (g/m <sup>2</sup> )	半径3km内 " 外	24.7 10.0	半径2km内 " 外	20.0 18.2	半径2km内 " 外	15.3 26.5	半径2km内 " 外	20.6 8.1
底質 D <sub>50</sub>	流軸2km内 " 外	0.22 0.25	流軸2km内 " 外	0.32 0.48	流軸2km内 " 外	0.28 0.30	流軸2km内 " 外	0.24 0.22
IL (%)	流軸2km内 " 外	6.4 6.6	流軸2km内 " 外 (内外の水深差大)	2.1 3.8	流軸2km内 " 外 (内外の水深差大)	3.6 3.7	流軸2km内 " 外	4.4 4.8

## Ⅶ 摘要

### Ⅶ.1 人工マウンド内部の魚類蛸集効果

塩ビ管内における付着生物の水平方向の分布は、天端および法面部で閉鎖側から開放側にかけて密度が高くなる傾向がみられた。今後は、この現象を定式化するとともに、大水深における人工マウンドの間隙内の評価手法を確立するために、大水深においても同様の現場試験を行い、実証する必要がある。

本試験では長さ 3m の塩ビ管を設置したが、さらに奥行のある塩ビ管等を用い、異なるケースについても検証し、付着生物の分布状況を把握する必要がある。

設置後約 1 年が経過した塩ビ管内の付着生物は、法尻部から天端部にかけて大きくなる傾向がみられた。これは、法尻部と天端部で流れが異なることによる可能性が考えられ、現場海域での流況を把握する必要がある。

### Ⅶ.2 マウンドの湧昇効果範囲の把握

事業効果を種目別にみると、底生生物による魚類の生産量が大きな割合を占めている。しかしながら、宇久北及び五島西ではこれらの効果についての計測が困難で、事業効果に計上できなかったため、過小な値となっている。

計測困難の理由は、マウンド設置による底生生物の増加領域と増加量が分かり難いためである。これらの水域は海底地形が複雑で、施工前より底生生物量の凹凸が大きく、マウンドの恩恵を受けて底生生物が増加しても、この凹凸に埋没して、増加域・増加量の把握が困難であったと考えられる。

海底地形、底質が均一でない水域においては、施工前後の生物量の変化が把握可能となるような調査計画が必要と考えられる。

産卵効果に関しては、計算に必要な情報が十分ではなく、今回は多くの仮定、推定の基で計算を行った。計算の精度を上げるためには、産卵群の尾数を明らかにすることが何より大切である。今回の試算では、産卵親魚の尾数を ROV 観測で得られた蛸集尾数としたが、これらは必ずしも産卵期のものではなかった。

各魚種の産卵期毎に蛸集調査を行い、産卵期の蛸集尾数を明らかにする必要がある。さらに、産卵群の来遊回数を明らかにすることも重要である。これについては、パイオテレメトリー等により、1 産卵群の滞留期間を明らかにすることも有効と思われる。