

I 調査課題名：

**副次機能を具備した  
漁港施設の整備に関する調査**

II 実施機関：財団法人漁港漁場漁村技術研究所

漁場と海業研究室 伊藤 靖・三浦 浩

III 調査実施年度：平成 20 年度～21 年度

IV 緒言：

イセエビは千葉県以南の黒潮の影響を強く受ける太平洋沿岸域と九州西岸域に分布し、沿岸漁業における重要な水産生物である。これまでの直轄調査等により、主要なイセエビ漁場に隣接する漁港水域においては、稚エビから漁獲サイズの成エビまでの成長段階が構造物の隙間等に生息していることが明らかになった。さらに、着底直後の稚エビは天然岩礁の親指大程度の孔を利用しており、漁港構造物にはこうした孔がほとんど存在しないことも明らかになった。漁港水域をイセエビ生息場ネットワークの一部として捉え、漁港構造物に増殖機能を付加した事業は、これまで実施されていない。また、近年の漁業者の高齢化や燃油代の高騰等の漁家経営状況、あるいは水産基盤整備事業における漁港と漁場の一体的整備や、遊休化した漁港の再利用といった観点からも必要な試みと考えられる。

上記の背景をふまえ、本調査では、漁港水域において穿孔等により漁港施設に稚エビの生息空間を付加し、この人工巣穴の利用状況をモニタリングすることにより、漁港施設における効率的な稚エビの増殖手法を検討した。

V 調査方法

1. 調査期間および調査場所

調査期間

平成 20 年 6 月～平成 21 年 11 月

表 1.1 調査工程表

	平成20年				平成21年				
	6月	7月	8月	10月	1月	4月	6月	8月	11月
巣穴穿孔	●					●			
稚エビ生息状況調査		●	●	●	●	●	●	●	●
食性調査			●				●		
海藻及び餌料生物調査			●				●		

## 調査場所

宮崎県青島漁港（図 1.1）

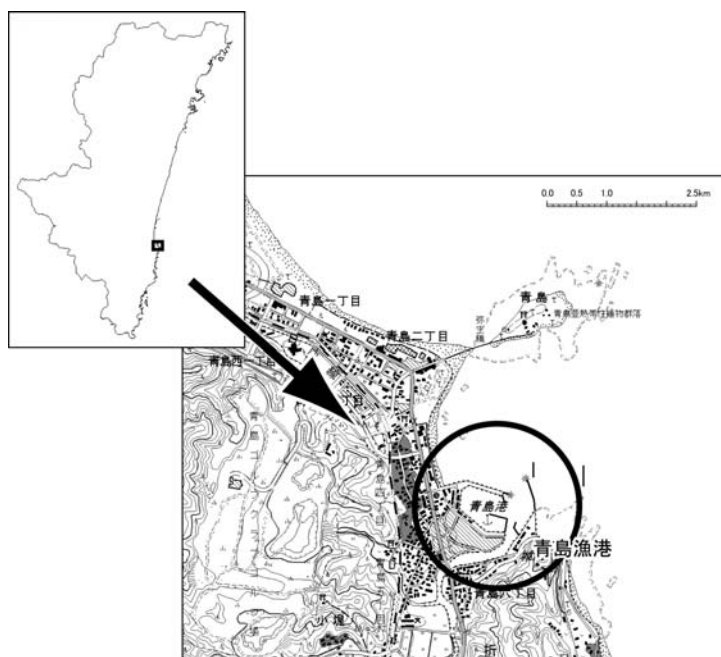


図 1.1 青島漁港位置図

## 2. 調査方法

### (1) 稚エビ定着試験

平成 20 年 6 月及び平成 21 年 4 月に施工した稚エビ定着施設において、稚エビの利用率、施設を利用する稚エビのサイズ、巣穴の閉塞状況等を潜水により目視観察した。

調査は平成 20 年 7 月、8 月、10 月、平成 21 年 1 月、4 月、6 月、8 月、11 月に実施した。

稚エビ定着施設の施工場所を図 2.1 に、施設の概要を表 2.1～表 2.3 及び図 2.2～図 2.7 に示す。

### (2) 稚エビの食性調査

平成 20 年 8 月、平成 21 年 6 月及び 8 月に漁港施設及び天然礁において稚エビを採集し、その胃内容を分析した。内容物の種類を同定するには未消化である必要があるため、稚エビの摂餌時間帯である夜間に採集し、直ちにホルマリンで固定して分析に供した。

また、生息場所の餌料条件を把握するため、平成 20 年 8 月及び 21 年 6 月に図 2.1 に示す漁港内外の 6 地点（平成 20 年は 4 地点）で、潜水により 0.25 m<sup>2</sup> の範囲に付着する生物を 0.5 mm 目の坪刈りネットを用いて採集した。海藻については種類及び湿重量、動物については種類、個体数、湿重量を計測した。

### (3) 環境測定

沖防波堤の内外及び港外の天然礁に自記式水温計を設置し、平成 20 年 6 月から平成 21 年 10 月まで、水温を 1 時間間隔で測定した。

また、稚エビ定着調査時に、各測点の水温、塩分、透明度、稚エビ定着施設への浮泥の堆積厚を測定した。

表 2.1 稚エビ定着施設の概要

施工場所		稚エビ定着施設の概要		孔数	施工時期	概要図
沖防波堤	外側	消波ブロック穿孔	水深3m、水深6mに穿孔	96	H20.6	図2.2
			水深1.5mに穿孔	48	H21.4	
		試験礁設置	海底に0.5t型試験礁を1基設置（水深6m）	108	H20.6	
	内側	被覆ブロック穿孔	被覆ブロックに穿孔（水深3.5m）	48	H20.6	図2.3
		試験礁設置	被覆ブロック上に1t型試験礁を2基設置。うち、1基は人工海藻を装着（水深3.5m）	288		
第2東防波堤	外側	消波ブロック穿孔	水深1.5m、3m、6mに穿孔	144	H21.4	図2.4
	内側	被覆ブロック穿孔	被覆ブロックに穿孔（水深3m）	48	H20.6	図2.5
港内堤防		根固ブロック穿孔	根固ブロックに穿孔（水深1m）	48	H21.4	図2.6
天然礁		試験礁設置	海底に0.5t型試験礁を1基設置（水深6m）	108	H20.6	図2.7

表 2.2 稚エビ定着施設における口径別穿孔数

			口径									
			φ 12mm	φ 14mm	φ 16mm	φ 18mm						
既存施設	沖防波堤	外側	上段	12	12	12	12					
			中断	12	12	12	12					
			下段	12	12	12	12					
		内側		12	12	12	12					
		第2東防波堤	外側	上段	12	12	12	12				
				中断	12	12	12	12				
	下段			12	12	12	12					
	内側		12	12	12	12						
港内堤防		12	12	12	12							
試験礁			口径									
	沖防波堤	外側	15	15	15	15	12	12	12	12		
		内側		18	18	18	18	18	18	18	18	
			人工藻付	18	18	18	18	18	18	18	18	
	天然礁		15	15	15	15	12	12	12	12		

表 2.3 孔の口径と奥行きの関係

		単位:mm										
口径	奥行き	11	12	13	14	16	18	19	22	25	32	45
		35	35	40	40	45	50	50	60	70	85	110

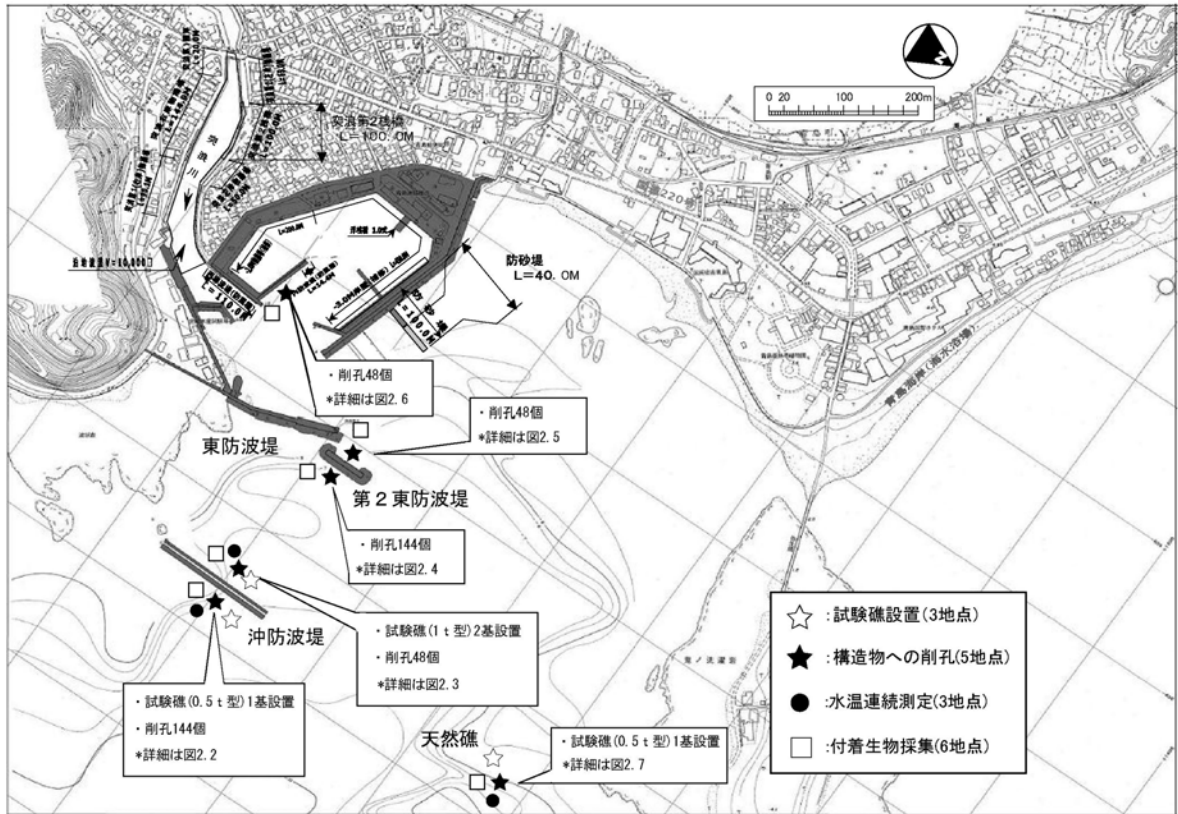


図 2.1 調査地点図

沖防波堤外側

- 消波ブロックの3水深帯に穿孔。  
 平成20年6月 穿孔数：4箇所×12個×2段＝96個  
 平成21年4月 穿孔数：4箇所×12個×1段＝48個
- 消波ブロックの前面に試験礁0.5型1基を設置。  
 平成20年6月 穿孔数：36個×3面＝108個

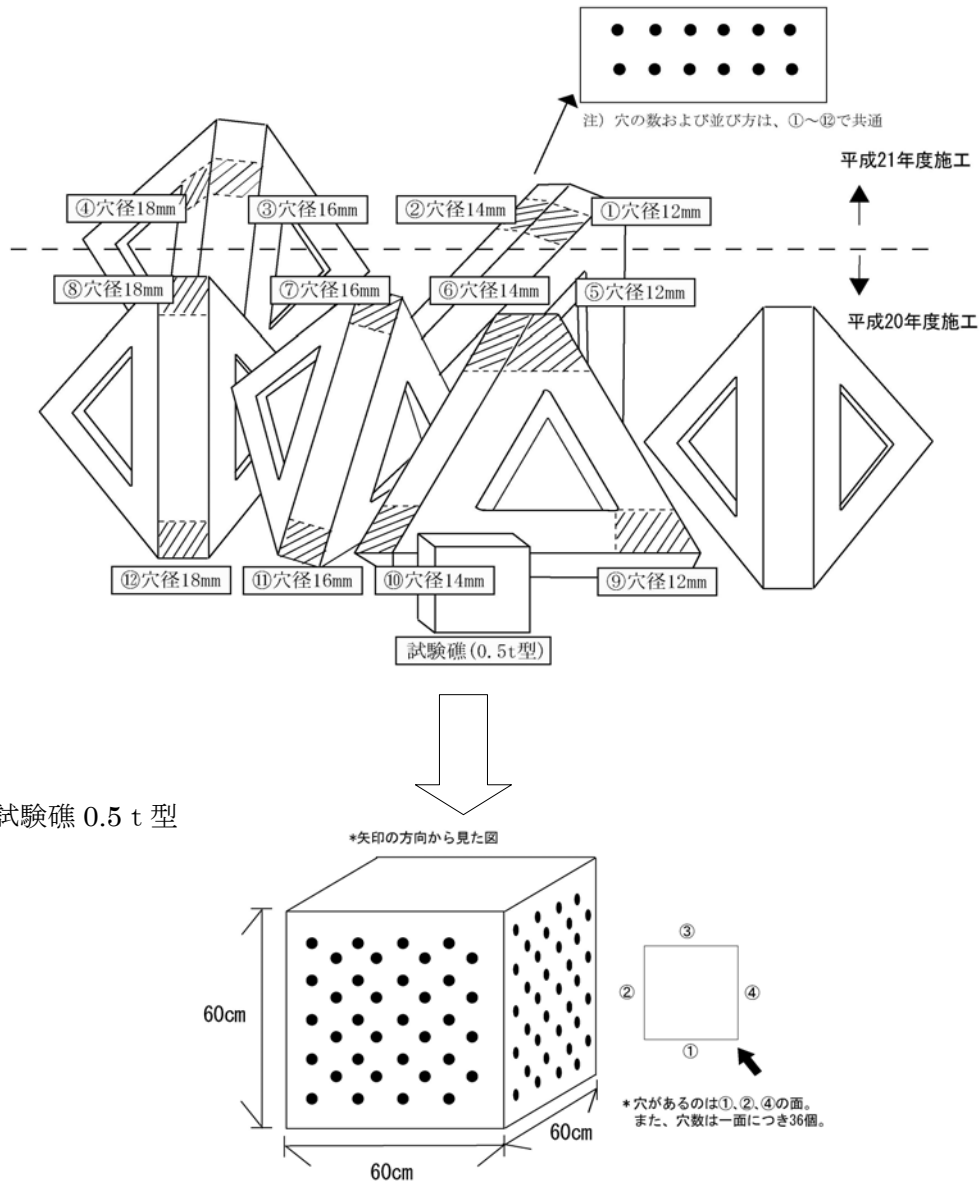
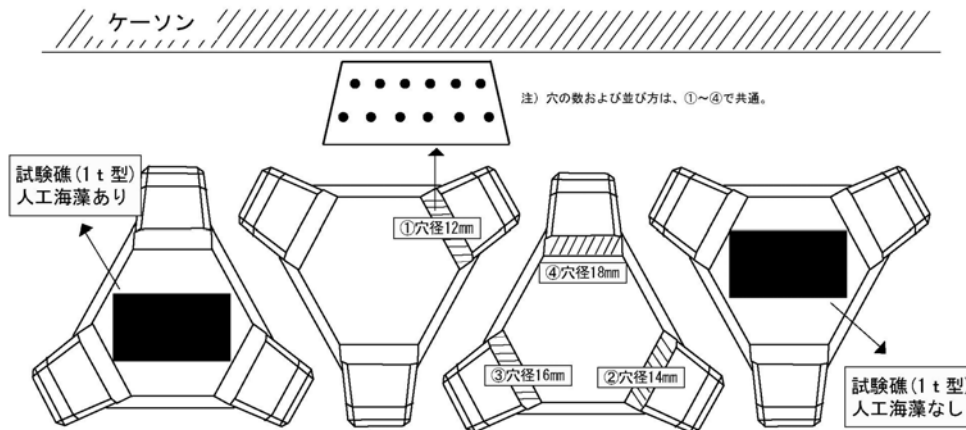


図 2.2 沖防波堤外側の稚エビ生息施設施工状況

沖防波堤内側

- ・被覆ブロックの突起部斜面に穿孔。  
平成 20 年 6 月 穿孔数：4箇所×12個＝48個
- ・被覆ブロック上に試験礁 1 t 型 2 基を設置。  
うち、1 基には長さ 70 cm のキンランを 10 本装着。  
平成 20 年 6 月 穿孔数：72 個×2 面×2 基＝288 個



試験礁 1 t 型

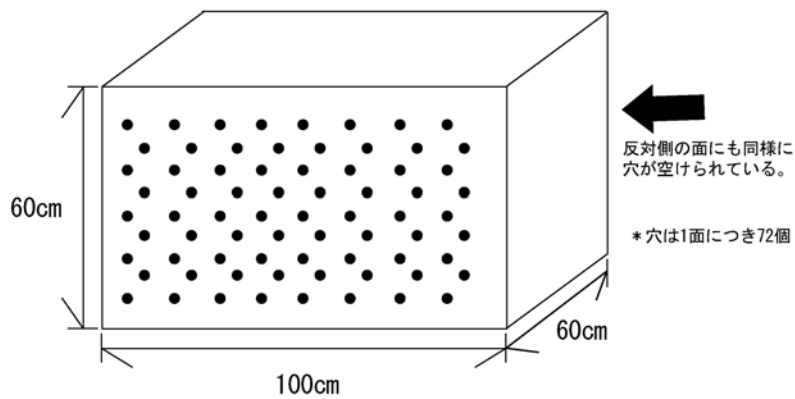


図 2.3 沖防波堤内側の稚エビ生息施設施工状況

## 第2東防波堤外側

- 消波ブロックの3水深帯に穿孔。

平成21年4月 穿孔数：4箇所×12個×3段＝144個

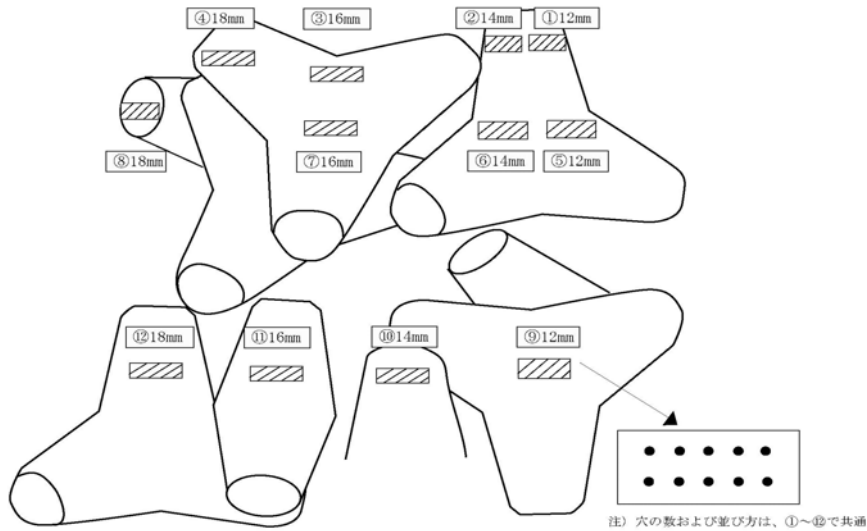


図 2.4 第2東防波堤内側の稚エビ生息施設施工状況

## 第2東防波堤内側

- 被覆ブロックの突起部斜面に穿孔。

平成20年6月 穿孔数：4箇所×12個＝48個

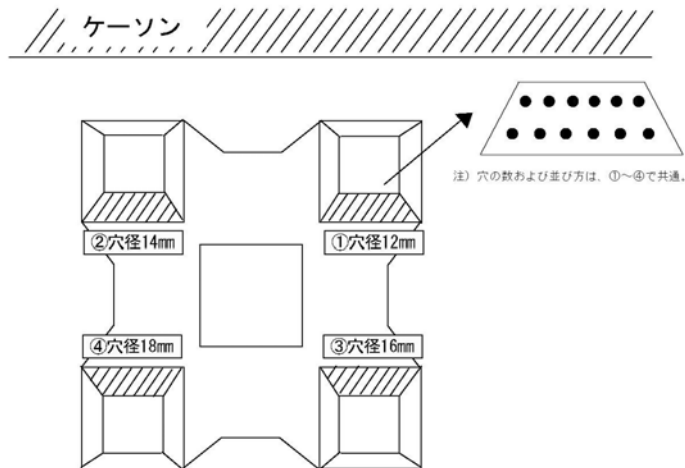


図 2.5 第2東防波堤内側の稚エビ生息施設施工状況

## 港内堤防

- ・根固めブロックに穿孔

平成 21 年 4 月 穿孔数：12 個×4 箇所=48 個

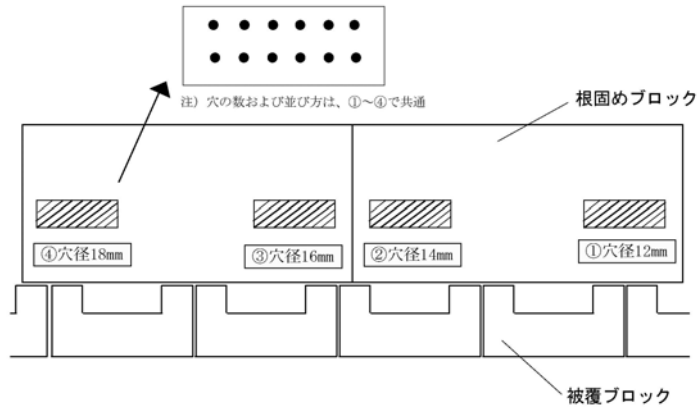


図 2.6 港内堤防の稚エビ生息施設施工状況

## 天然礁

- ・0.5 t 型試験礁を波状岩に寄り添わせて 1 基設置。

平成 20 年 6 月 穿孔数：36 個×3 面=108 個

### 断面図

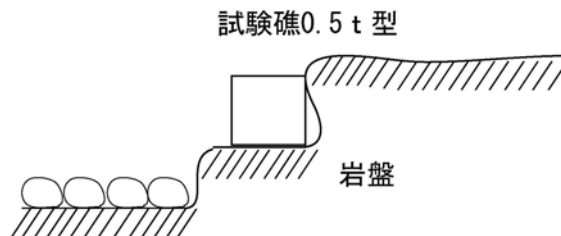


図 2.7 天然礁の稚エビ生息施設施工状況



## VI 調査結果

### 1. 稚エビ定着試験

人工巣穴の施工後1ヶ月目には、巣穴に生息する稚エビが確認され、造成した巣穴が稚エビの生息場となることが実証された。

#### (1) 場所別の利用率

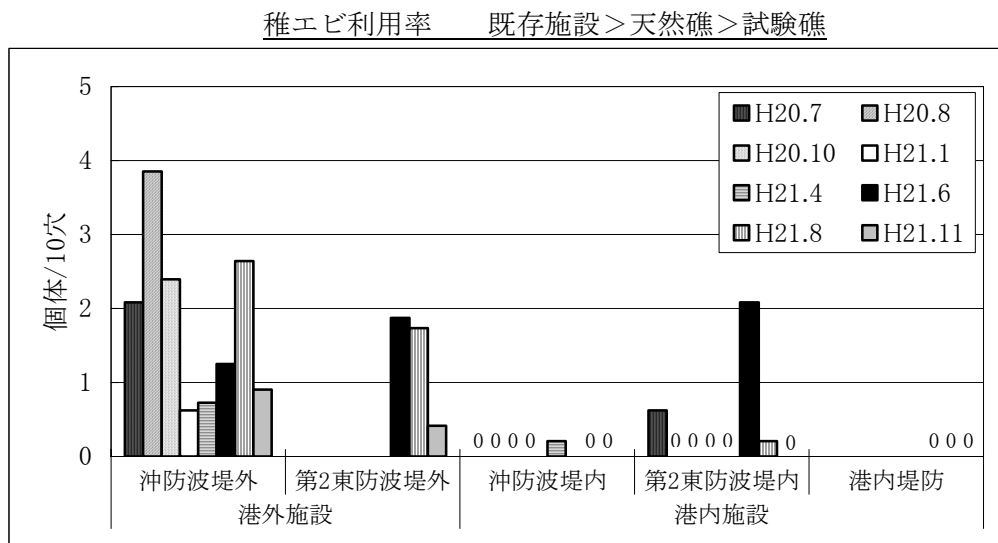
**既存施設**：沖防波堤及び第2東防波堤の消波ブロックで利用率が高く、港内よりも港外が稚エビの生息場として適していると推察される(図3.1.1)。要因として、海水流動の大きい港外では、水質、餌料、プエルルスに着底基質である海藻の繁茂等の条件が良好なことが考えられる。

**試験礁**：既存施設に比べて利用率は低い。沖防波堤の外側で利用率が高い点は既存施設と同様である(図3.1.2)。

設置直後は礁への海藻や餌料生物の付着が少なく、このことが利用率の低い原因と考えられたが、海藻等が十分着生した1年後においても稚エビの利用率は依然低かった。試験礁は砂質の海底に直置きされていることから、砂の巻き上げが稚エビにとって好ましくないのかもしれない。

ちなみに、同場所消波ブロック下層への穿孔は海底上1mに行った。

**天然礁**：天然礁に存在する小穴では、10穴あたり約1尾の稚エビが確認され、利用率は既存施設と試験礁の中間的な値であった(図3.1.3)。



注) 第2東防波堤外側、港内堤防は21年6月より調査開始

図 3.1.1 既存施設における人工巣穴の利用率

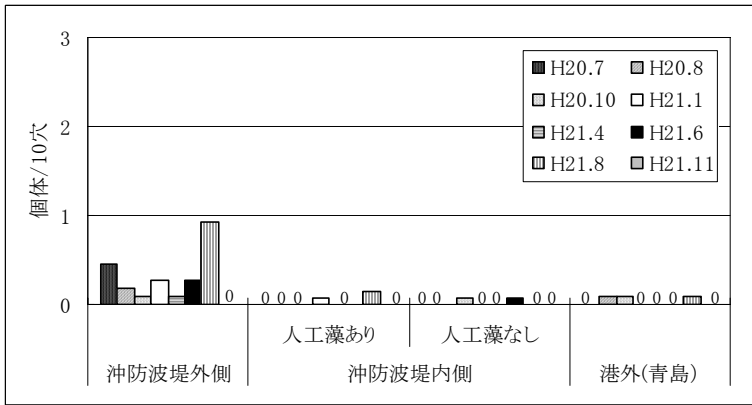
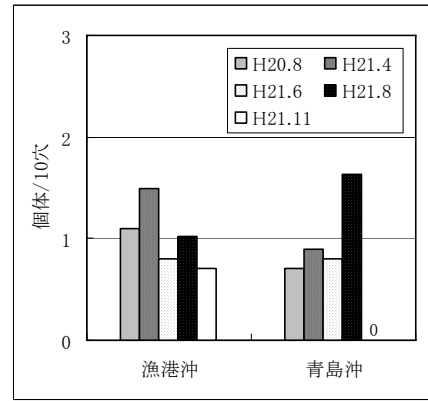


図 3.1.2 試験礁における人工巣穴の利用率



3.1.3 天然礁の利用率

## (2) 稚エビの生息密度

出現した稚エビの尾数を施工箇所の面積で除して稚エビの生息密度を算出した。

最も生息密度が高かったのは漁港の港外施設で、各回調査の平均は約 10 個体/m<sup>2</sup>と他の定着基盤の 5 倍以上であった (図 3.1.4)。

なお、天然礁の巣穴利用率は試験礁より高かったが、図 3.1.5 に示すように、天然礁では巣穴の密度が低いため、稚エビの密度としては試験礁よりも低い結果となった。

漁港施設に巣穴を施工する方法は、天然礁に比べて高密度の巣穴を提供することが可能であり、このことは一つのメリットである。

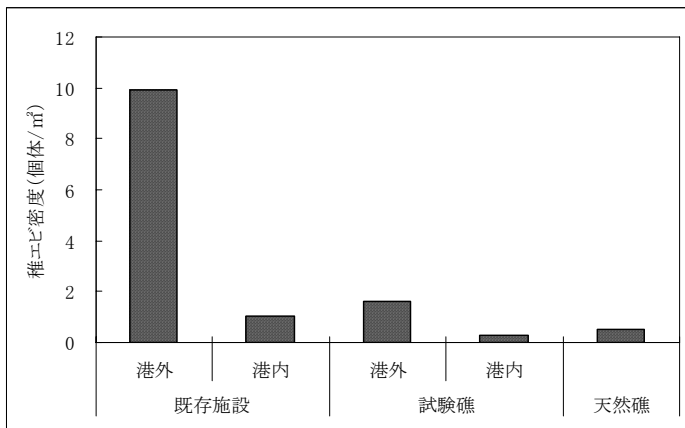


図 3.1.4 稚エビの生息密度 (各回調査の平均値)

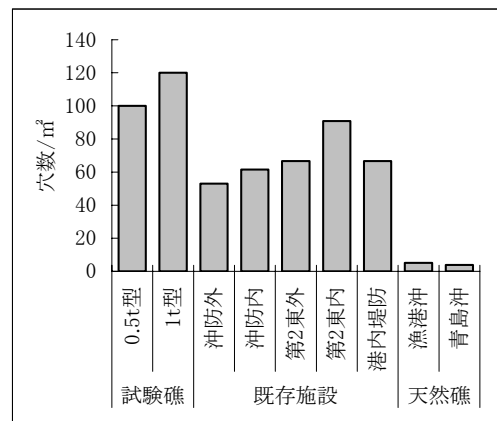


図 3.1.5 施設別の巣穴密度

## (3) 水深別利用率

消波ブロックに施工した巣穴の水深別利用率を図 3.1.6 に示した。

沖防波堤の中層 (DL-3m) と下層 (DL-6m) についてみると、両層とも年間を通して概ね 10% 以上の利用率であり、当海域のこの水深帯は稚エビ生息場としてのポテンシャルを有していることが明らかとなった。

上層 (DL-1.5m) の巣穴利用率は、沖防波堤、第 2 東防波堤ともに中層、下層に比べると低かった。上層に特有な環境条件として、波浪の影響が大きいこと、出水時に淡水の影響を受けやすいこと等を挙げることができる。

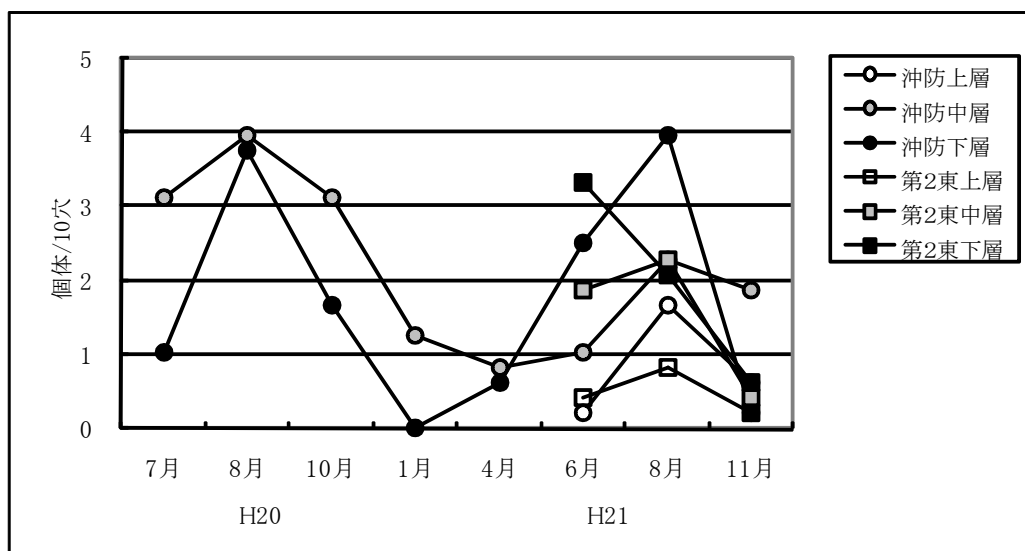


図 3.1.6 消波ブロックにおける水深別の巣穴利用率

#### (4) 口径別利用率

既存施設： 1年目の7月から10月までは全ての口径（12 mm、14 mm、16 mm、18 mm）の穴がほぼ満遍なく利用されていたが、1月から4月にかけての利用は18 mmの穴に集中し、12～16 mm穴の利用率は低下した。

2年目の6月には次世代の稚エビの加入により、小さい穴の利用率も再び増加した（図 3.1.7）。

試験礁： 1年目の7月に利用されていた穴の口径は11～13 mmであったが、8月、10月には11 mm～22 mmに広がった。また、1月には19～25 mmと利用される穴がやや大型化し、4月には32～45 mmと最も大きな穴のみが利用された。

2年目の6月には、既存施設同様、11～19 mmの小さな穴が利用されるようになった（図 3.1.8）。

既存施設の結果が多少大きめの穴であっても稚エビが利用することを示している一方で、試験礁の結果は稚エビが体のサイズにフィットした穴を選択的に利用しているようにみえる。しかし、既存施設と試験礁で稚エビの巣穴サイズの選択性が異なるとは考えにくく、現時点では稚エビ出現尾数、すなわちサンプル数の多い既存施設の結果を採用したい。

ちなみに、出現稚エビ数は既存施設が235個体、試験礁が33個体である。

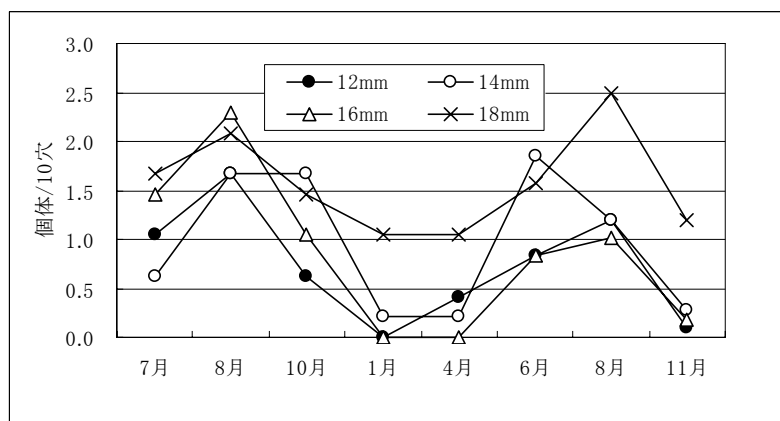


図 3.1.7 穴のサイズ別利用率（既存施設）

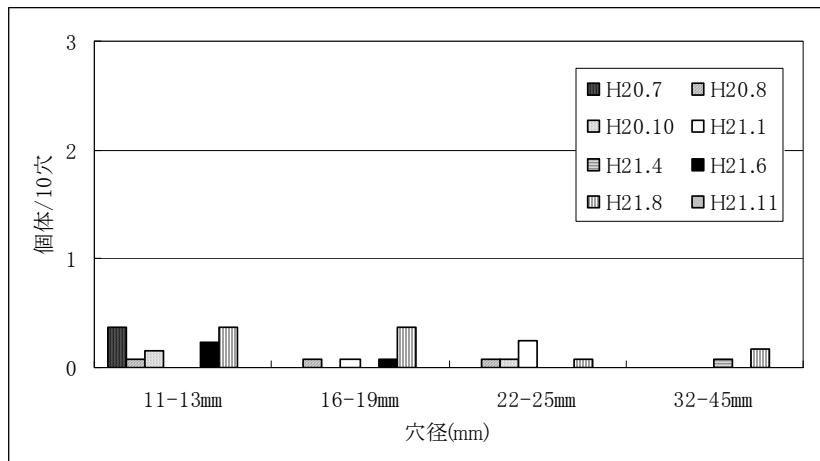


図 3.1.8 穴のサイズ別利用率（試験礁）

#### (5) 巣穴の口径と稚エビのサイズ

巣穴で確認された稚エビの体長は図 3.1.9 に示すとおりで、15～55 mm の範囲にあり、その多くは 20～40 mm であった。また、季節によって稚エビの体長は次のように変化した。

6～7 月は変態後まもない小型の稚エビが多く、体長モードは 20～25 mm にあった。その後、8 月に 20～30 mm、10～11 月に 30～40 mm と次第に大型化し、1 月から 4 月の間は停滞した。体長停滞の原因としては、低水温による成長の鈍化や一定サイズに達した個体が巣穴から離れることなどが考えられる。

稚エビの大きさと巣穴の大きさの関係をサンプル数の多い既存施設について図 3.1.10 に示した。体長 35 mm を境に利用穴の大きさに変化が見られ、35 mm 以下の小型個体は口径 12～18 mm の穴を満遍なく利用していたが、35 mm 以上の個体では口径 18 mm の大きな穴の利用率が高かった。このことから穴のサイズに関しては、大は小を兼ねると考えられる。

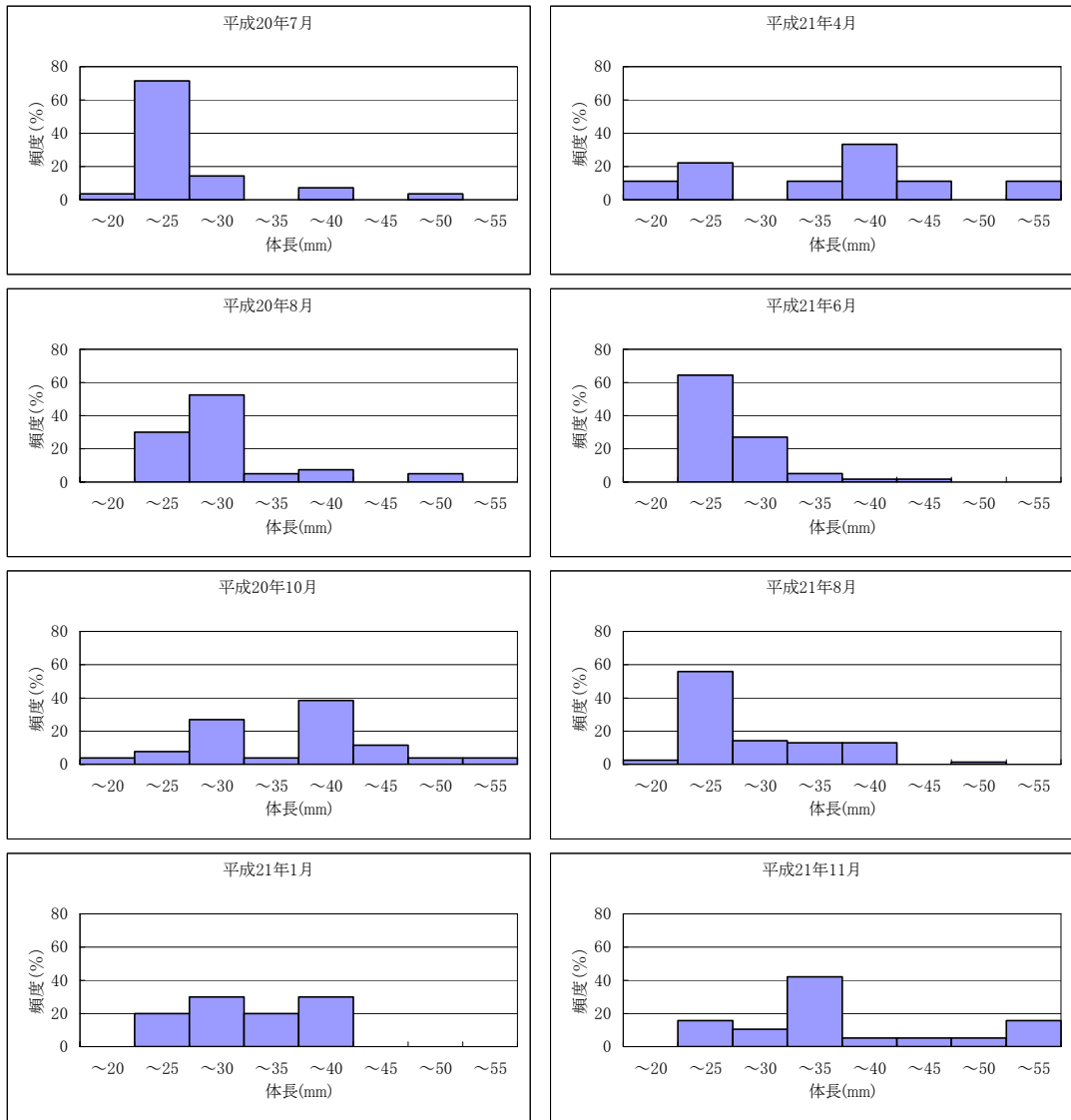


図 3.1.9 稚エビの体長組成

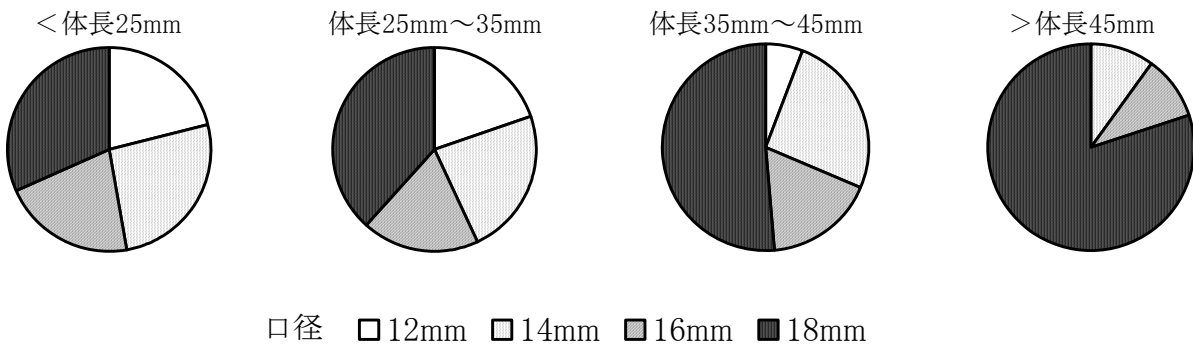


図 3.1.10 既存施設における体長別の利用穴

(6) 巣穴の閉塞と巣穴利用

稚エビの出現尾数が比較的多い沖防波堤外側について、巣穴利用率と巣穴の閉塞度の関係を見ると、閉塞度が10%以下の巣穴で利用率が高い(図3.1.11)。このことは、稚エビが閉塞度の小さい穴を選択するということと稚エビの生息穴ではエビが砂を掻出すなどして閉塞度が小さいこ

とを想像させる。

先に述べたように、巣穴の利用率は沖防波堤の港外側で最も高かった。単純に考えると沖防波堤の外側で巣穴の閉塞度が最も小さいことになるが、図 3.1.12～図 3.1.14 に示すように実際にはそうはなっていない。このことは、沖防波堤の外側においても巣穴の閉塞はごく普通に進行しているが、稚エビの生息する穴で例外的に閉塞度が低いことを示しており、稚エビが巣穴の閉塞を防止していると考えられる。

次に既存施設と試験礁の閉塞状況と巣穴の利用率について若干の考察を行う。

既存施設と試験礁の閉塞度は、砂と生物を合わせるとほぼ同等であるが、既存施設の主な閉塞原因が砂堆積であるのに対して、試験礁が生物付着という点が両者の大きな違いである。先に述べたように稚エビが巣穴の砂を掻出すことが可能であれば、砂の堆積は稚エビ定着の決定的な阻害因子にはならない。一方、付着した生物を稚エビが剥ぎ取ることは難しく、このことも両者の巣穴利用率に関係しているように思われる。

巣穴を閉塞する物質の組成が試験礁と既存施設で異なることの原因については、良く分からないが、両者の構造的な違いとして、試験礁に大きめの穴が多いこと、試験礁の穴が完全な横穴であるのに対して、既存施設ではやや上向きの穴であることを挙げることができる。

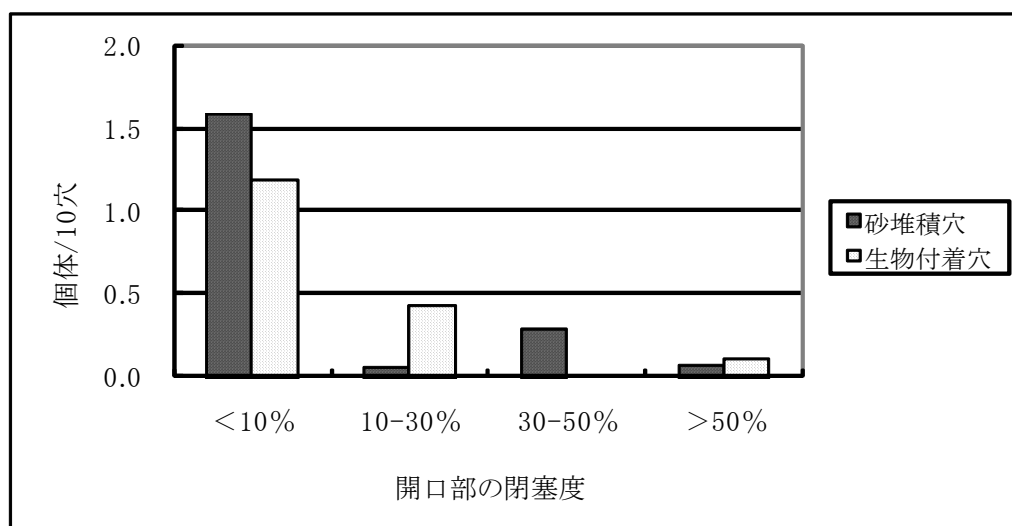
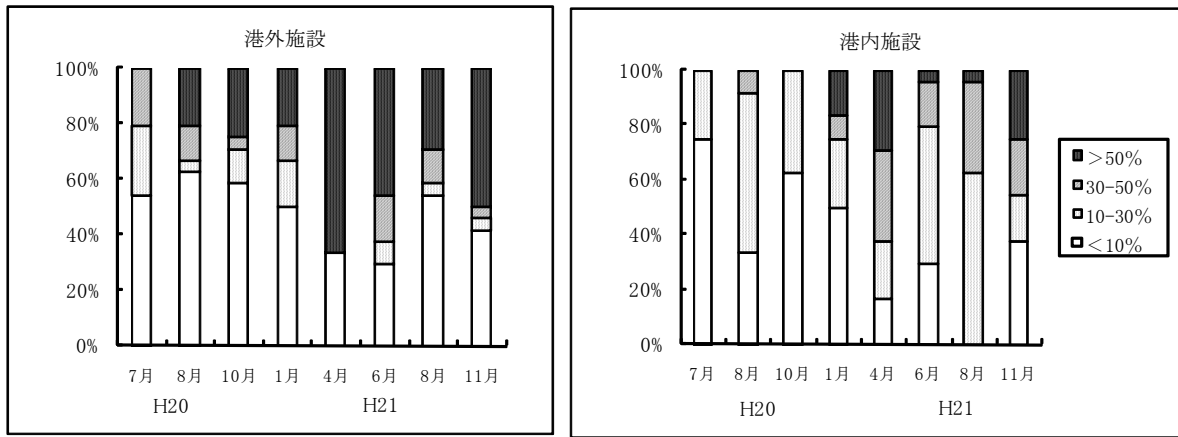
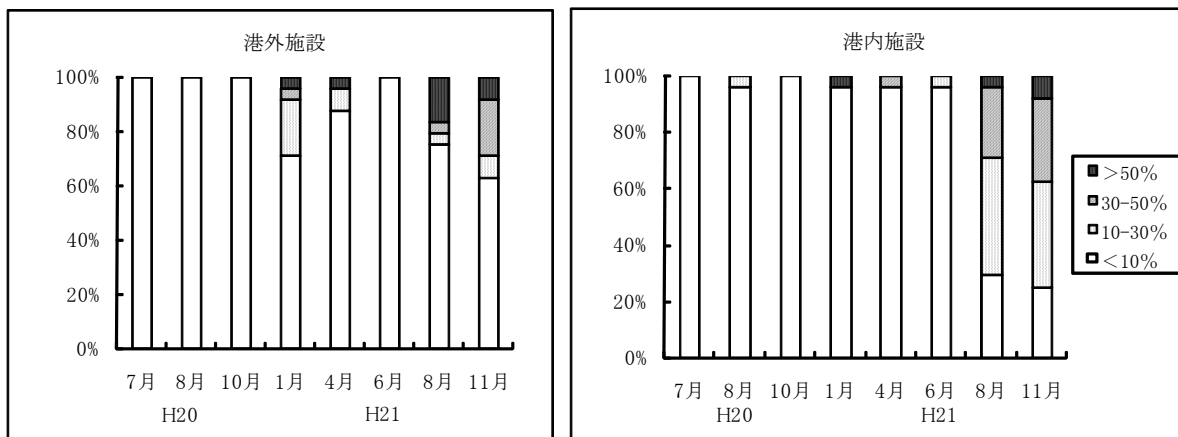


図 3.1.11 巣穴の閉塞度と巣穴利用率の関係（沖防波堤外側）

砂の堆積



生物付着

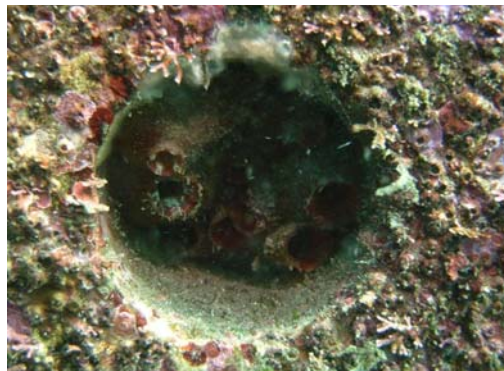


注) 凡例の%は穴の閉塞度を、縦軸の%は各閉塞階級の穴の割合を示す。

図 3.1.12 既存施設における人工巣穴の閉塞状況

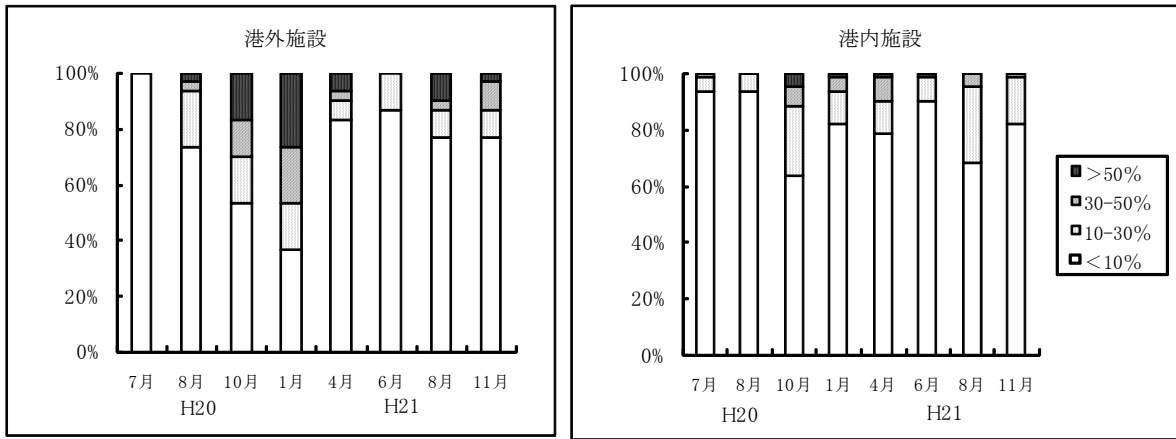


砂の堆積

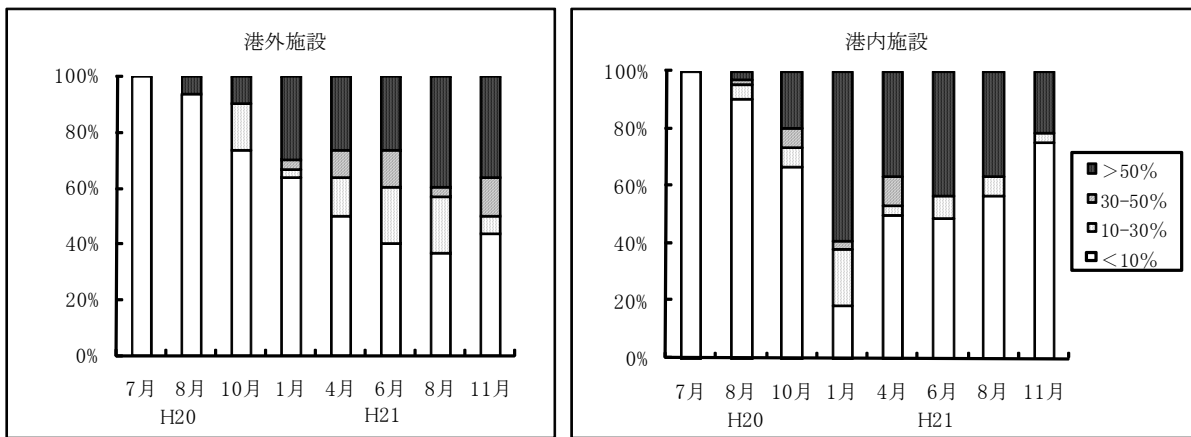


生物付着 (ベニボヤ)

砂の堆積



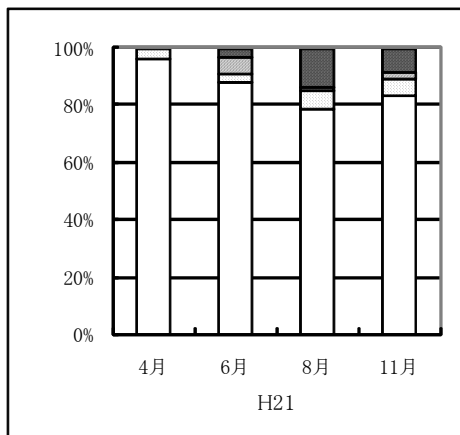
生物付着



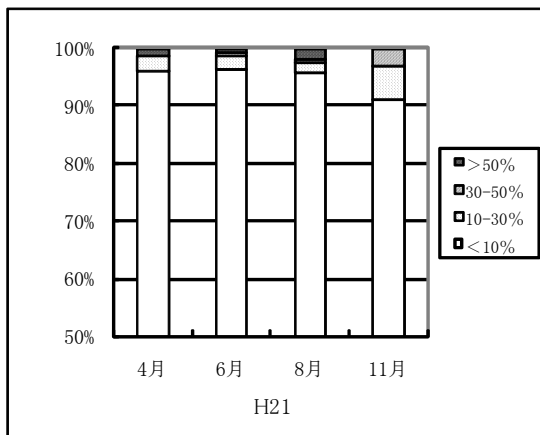
注) 凡例の%は穴の閉塞度を、縦軸の%は各閉塞階級の穴の割合を示す。

図 3.1.13 試験礁における人工巣穴の閉塞状況

砂の堆積



生物付着



注) 凡例の%は穴の閉塞度を、縦軸の%は各閉塞階級の穴の割合を示す。

図 3.1.14 天然巣穴の閉塞状況



### (7) 稚エビの分布と波浪条件

青島漁港では、平成12年度に静穏度解析を実施している<sup>1)</sup>。その際に沖波については、激浪時(30年確立波浪)と通常荒天時(漁労限界波浪)について検討している。それぞれの検討波の緒元を表3.1.1及び表3.1.2に示す。

表 3.1.1 検討波の緒元 (激浪時波浪)

沖波主方向	SE
浅海波向	N127.8° E
沖波波高 $H_0$ (m)	11.2
周 期 T(sec)	16.9
沖波波長 $L_0$ (m)	445.55
検討波高 H(m)	10.46

表 3.1.2 検討波の緒元 (通常荒天時)

沖波主方向	ENE
浅海波向	N76.8° E
沖波波高 $H_0$ (m)	3.0
周 期 T(sec)	9.0
沖波波長 $L_0$ (m)	126.36
検討波高 H(m)	2.79

次に、本調査で実施した稚エビの定着試験実施箇所における静穏度解析結果と稚エビの分布状況をとりまとめ表3.1.3に、稚エビの最大出現密度と波高比の関係を図3.1.15に示した。

稚エビは港内を除く4地点で出現した。また特に密度が高かったのは沖防波堤や第2東防波堤の外側であった。漁労限界波(2.79m)との関係について整理すると、波高0.71~3.32mで稚エビが出現しており、波高比では0.25~1.19で出現している。データが少ないものの、波高比で0.1~0.2程度が稚エビの生息限界と判断された。

表 3.1.3 調査地点の立地環境と稚エビの出現結果

	沖防波堤 外側	沖防波堤 内側	第二東防 波堤外側	第二東防 波堤内側	港内	
水深(D.L. m)	-8.0	-4.0	-9.0	-4.5	-2.0	
波	30年確立波(波高m)	3.96	1.07	1.78	0.83	0.21
	" (波高比)	0.38	0.10	0.17	0.08	0.02
	漁労限界波(波高m)	3.32	1.03	2.03	0.71	0.23
	" (波高比)	1.19	0.37	0.73	0.25	0.08
稚エビ密度(尾/10穴)	3.8	0.2	3.3	2.1	0	

注) 稚エビの密度は調査期間の最大値

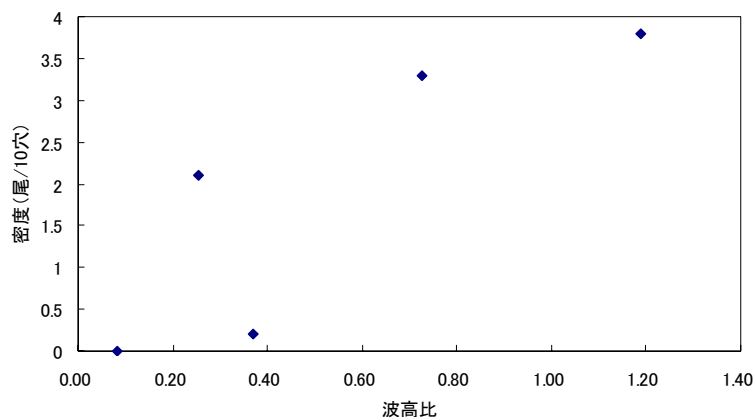
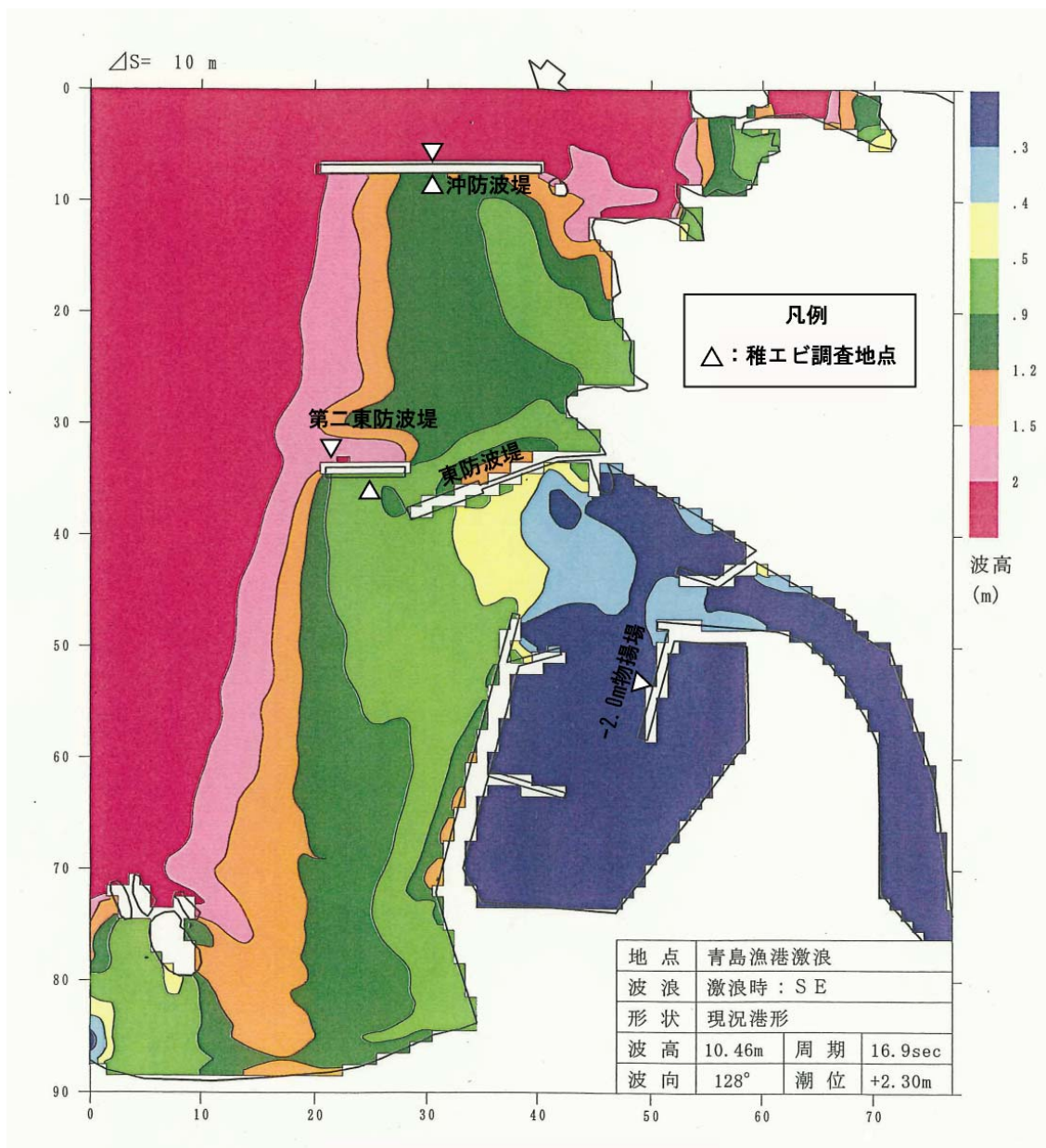
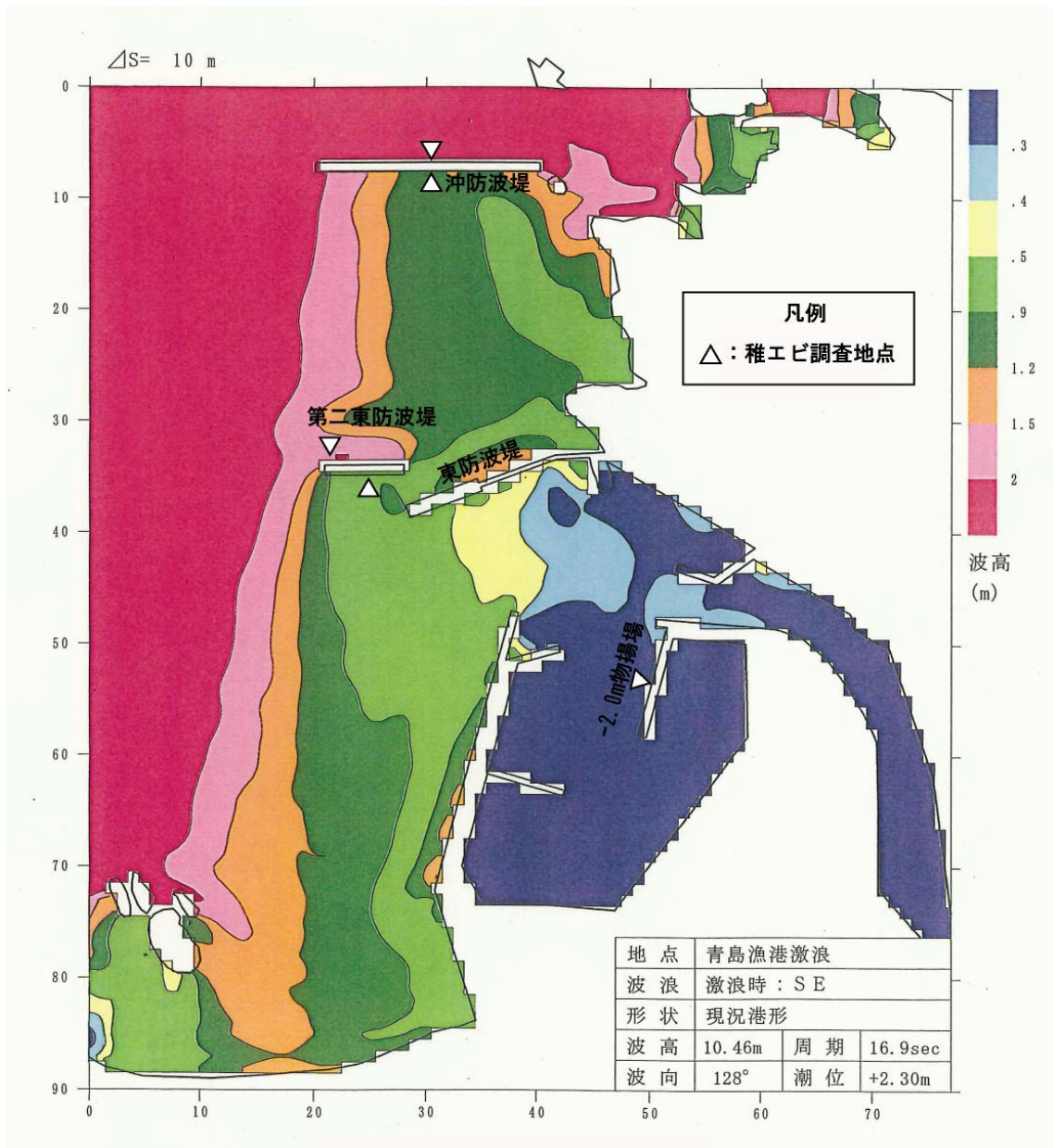


図 3.1.15 稚エビの最大出現密度と波高比 (漁労限界波浪) の関係



参考資料 静穏度解析結果 (出漁限界波) <sup>1)</sup>

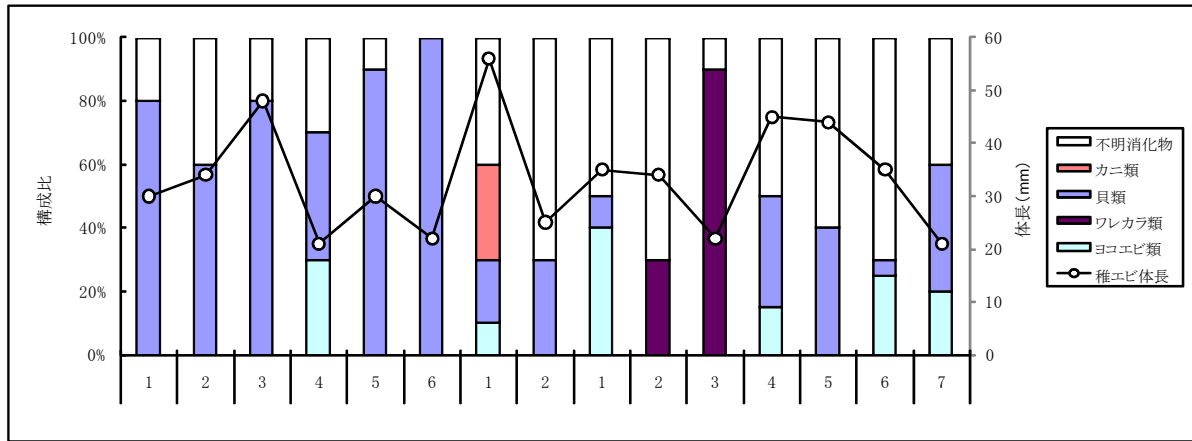


参考資料 静穏度解析結果 (30年確率波)<sup>1)</sup>

## 2. 稚エビの食性

### (1) 胃内容物

稚エビが主に摂餌していたのは貝類であり、ワレカラ類、ヨコエビ類、カニ類など甲殻類がこれに次いだ。内容物の組成は生息場所によって差がみられ、沖防波堤の外側ではどの個体も貝類が内容物の過半を占め、その割合は他の測点に比べて高かった。(図 3.2.1)



注) 横軸の番号はエビの個体番号

図 3.2.1 稚エビの胃内容物組成

地点ごとの胃内容物充満度は沖防波堤の外側で高く、稚エビの餌場として良好なことが示唆された(図 3.2.2)。良好な生息環境が存立するためには、餌料条件が良好であることが不可欠である。沖防波堤の外側は稚エビの生息密度が最も高い場所であり、本調査結果は上の論理を裏付けるものであった。

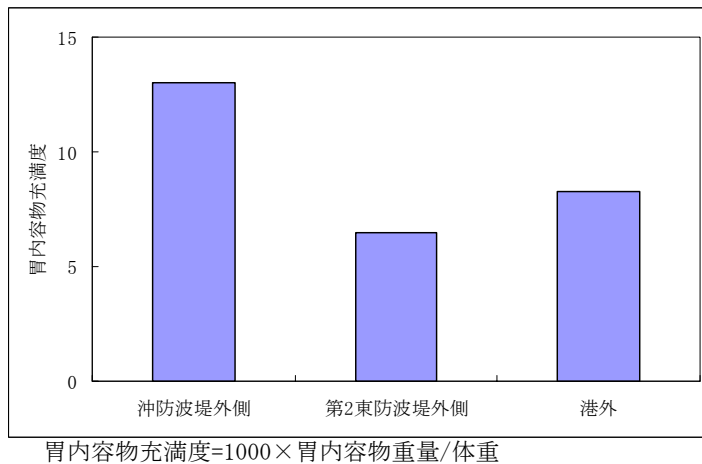


図 3.2.2 稚エビの胃内容物充満度

### (2) 餌料条件

地点別の餌料動物量を図 3.2.3～図 3.2.6 に示した。

餌料動物の湿重量は 2 ヶ年とも沖防波堤の外側で多く、ここで採捕した稚エビの胃内容物充満度が高かったことを裏付ける結果であった(図 3.2.3、図 3.2.4)。

なお、稚エビが出現しなかった港内堤防においても餌料動物の湿重量が多かったが、この場所は港奥の河川水の影響を受けやすい場所に位置しており、イセエビの生息環境としては好ましくない。餌料以上に水質が稚エビ生息の制限因子として効いていると考えられる。

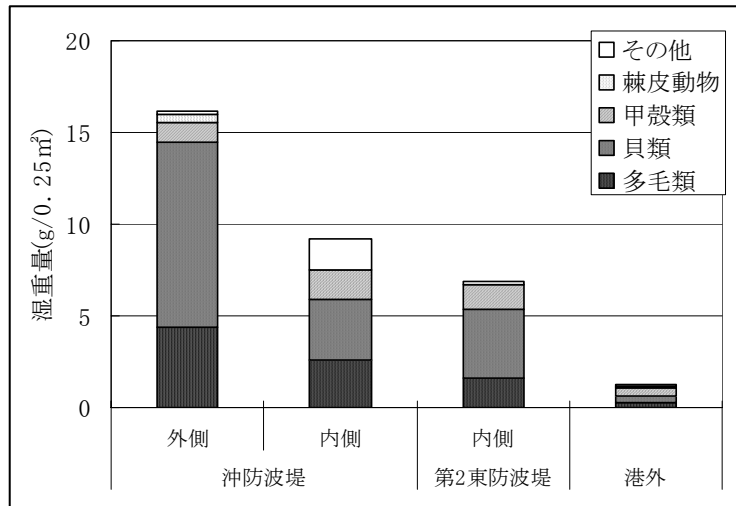


図 3.2.3 調査点別の餌料動物湿重量 (H20)

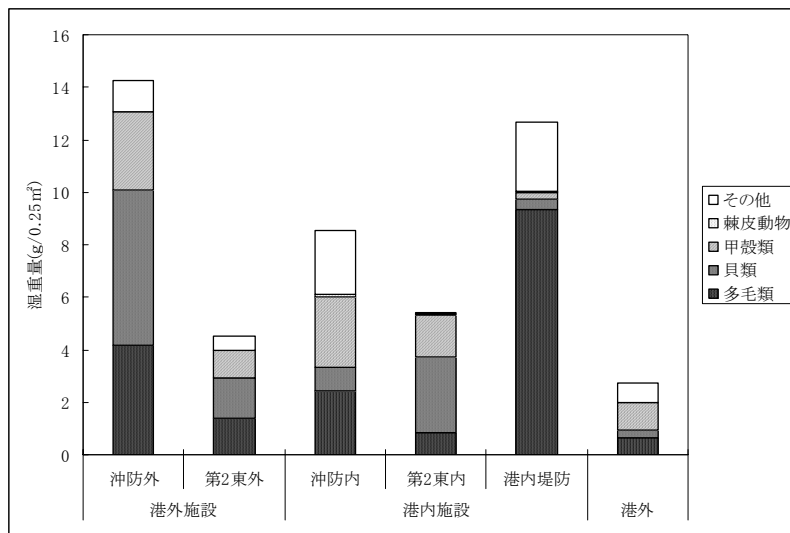


図 3.2.4 調査点別の餌料動物湿重量 (H21)

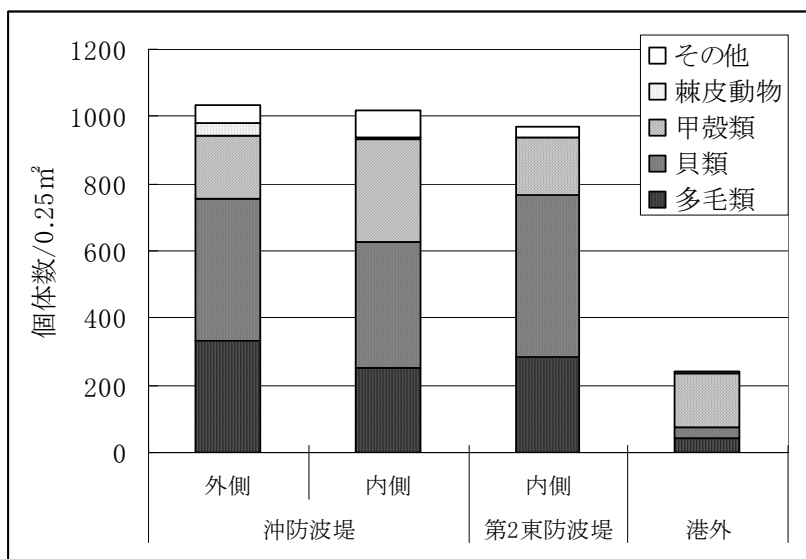


図 3.2.5 調査点別の餌料動物個体数 (H20)

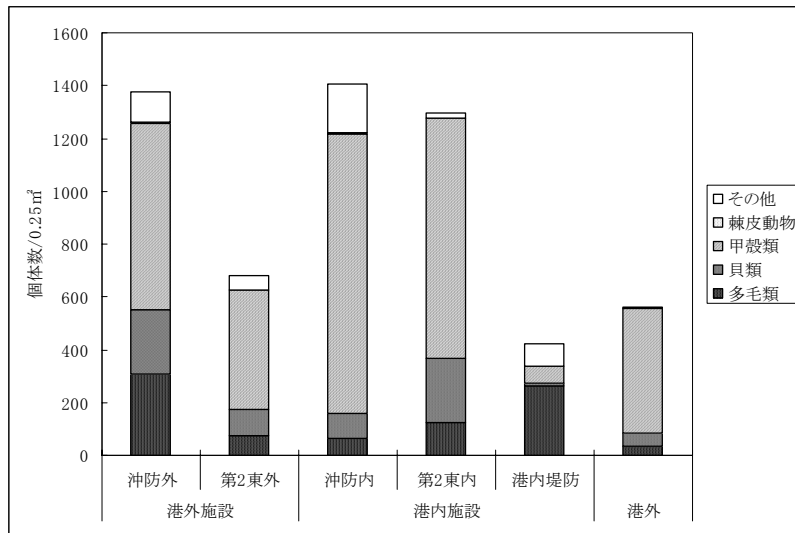
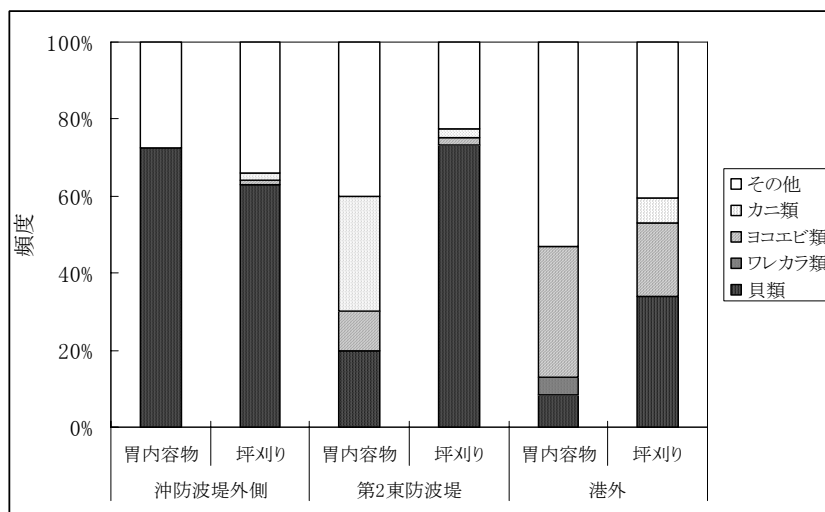


図 3.2.6 調査点別の餌料動物個体数 (H21)

図 3.2.7、図 3.2.8 は稚エビの胃内容物と稚エビ採集場所の餌料動物組成を比較したものである。

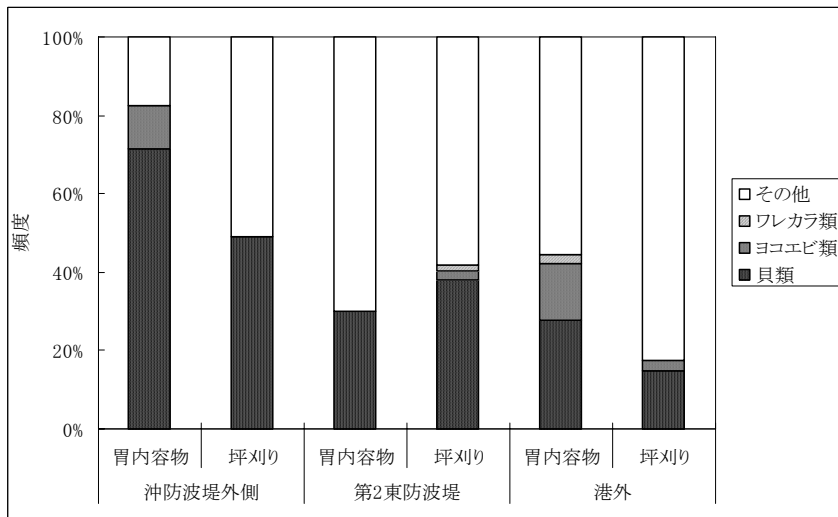
平成 21 年の検体について見れば、各地点とも胃内容物と坪刈りサンプルの組成は似通っており、稚エビが環境中の餌料動物を広く補食していることが窺えた。

なお、平成 20 年の第 2 東防波堤では胃内容物と坪刈りサンプルが異なった組成を示しているが、これは標本が 1 検体と少ないことが影響したと考えられる。



注) 組成率は重量ベース

図 3.2.7 胃内容物と坪刈りの餌料動物組成の比較 (H20)



注) 組成率は重量ベース

図 3.2.8 胃内容物と坪刈りの餌料動物組成の比較 (H21)

### (3) 餌料生物と周辺植生

稚エビが数多く出現した沖防波堤の外側は海藻量が多く、その多くはサンゴモ科やツカサノリ科の小型海藻であった。漁港においては海藻と餌料生物の量に正の相関が見られたが、港外の天然礁では海藻が多いにも拘わらず、餌料生物量は少なかった (図 3.2.9、図 3.2.10)。天然礁において海藻量と餌料生物量が負の相関を示すことについては原因が良く分からない。

なお、漁場において、海藻量と餌料生物量が高い相関を示す動物種は、貝類、ヨコエビ類であった。

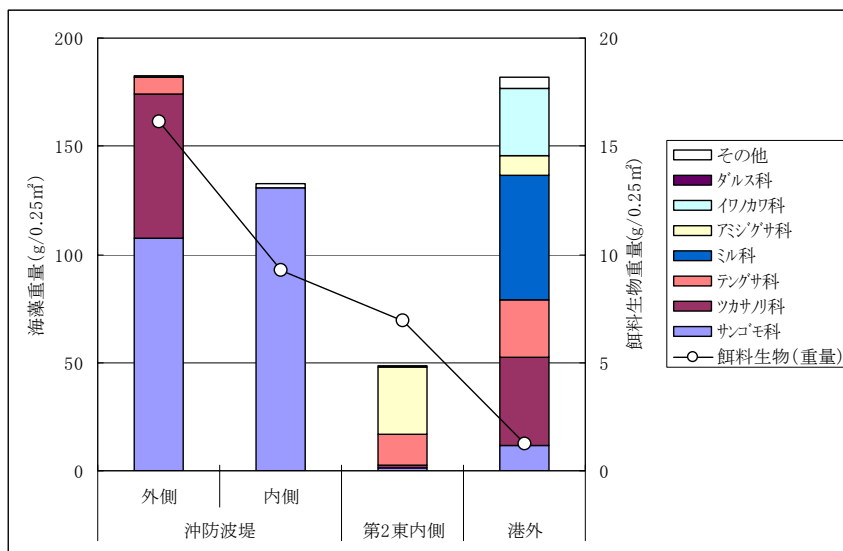


図 3.2.9 海藻現存量と餌料生物量 (H20)

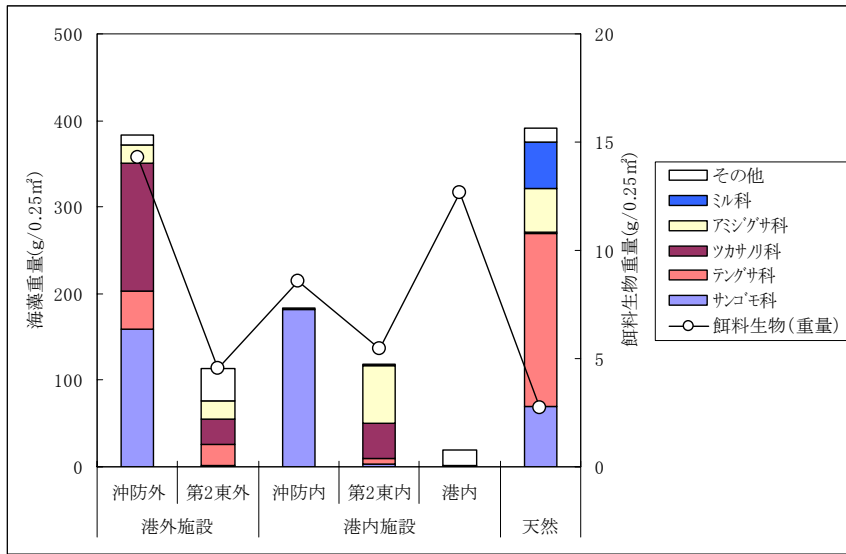


図 3.2.10 海藻現存量と餌料生物量 (H21)



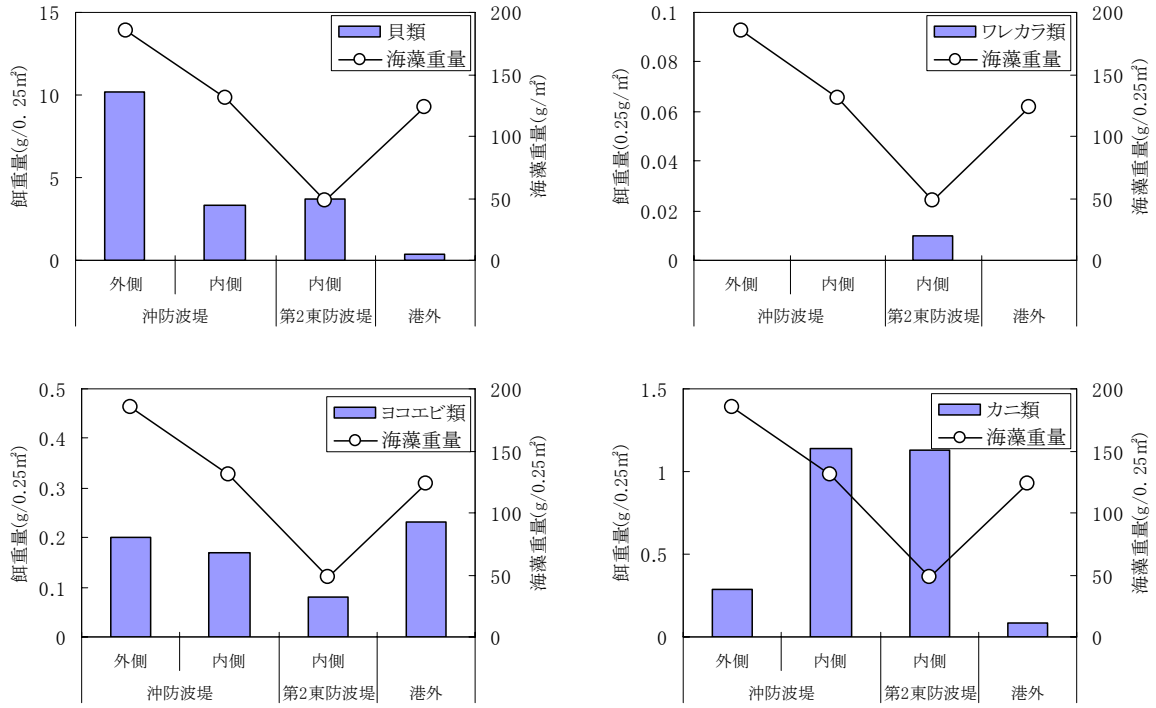


図 3.2.11 海藻現存量と稚エビ餌料量の関係(H20)

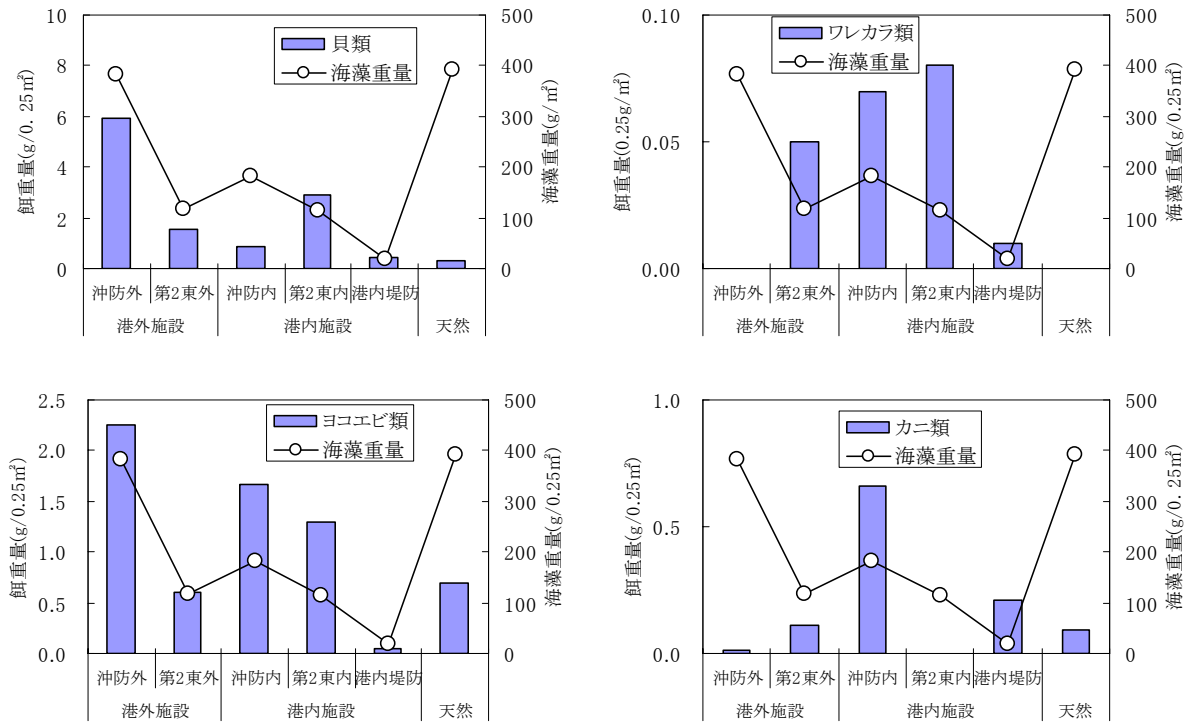
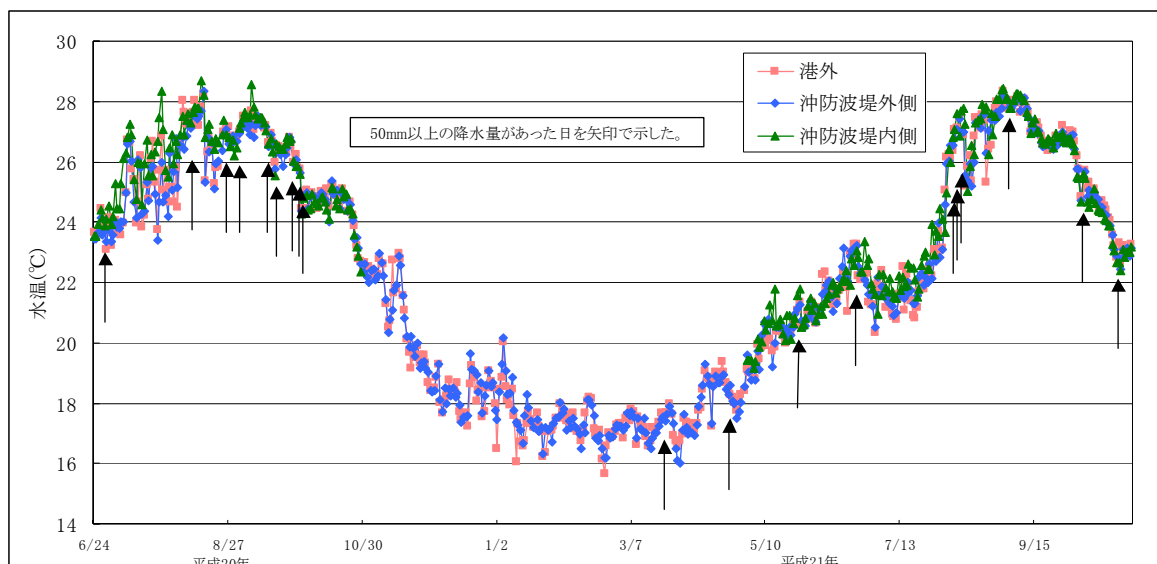


図 3.2.12 海藻現存量と稚エビ餌料量の関係(H21)

### 3. 環境条件

#### (1) 水温

平成20年6月25日～平成21年10月31日における、海水温の連続測定結果を図3.2.13に示した。7～8月は沖防波堤内側でやや高めとなっていたが、10月以降は3地点ともほぼ同様の推移を示した。沖防波堤の内側は他の2測点と比較して閉鎖的な環境であるため、夏季には水温が上昇しやすいと考えられる。また、降雨量と海水温の関係を見ると、平成20年9月18日(300mm)や9月28～10月1日(354mm)のようなまとまった雨の直後に海水温の低下が見られた。



注) 水温計が紛失したため、沖防波堤内側の10/30-1/19は欠測とした。

図 3.2.13 漁港内外の水温変化

#### (2) 塩分

平成21年6月に第2東防波堤内側でやや低塩分になった他は、全て30以上であった(図3.2.14)。

#### (3) 透明度

他の地点に比べて開放的な沖防波堤の外側と港外天然礁で高く、このことを反映してこれら2地点では海藻の量が多かった(図3.2.15)。

#### (4) 浮泥厚

沖防波堤と第2東防波堤の内側で浮泥量が多い傾向がみられ、沖防波堤の内側では最大5mmの堆積が観測された。両地点における植生の貧弱さ(沖防波堤内側では植生が単調、第2東防波堤内側では現存量が少ない)はこうした浮泥量の多さが一因と考えられる(図3.2.16)。

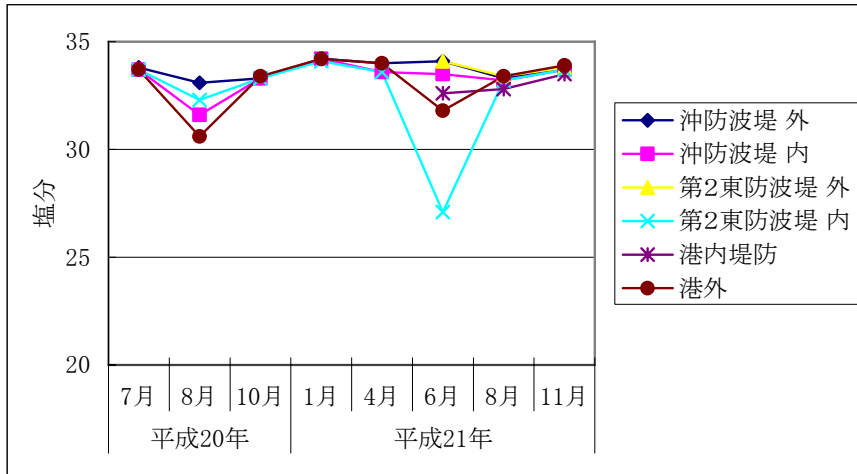


図 3.2.14 地点別の底層塩分

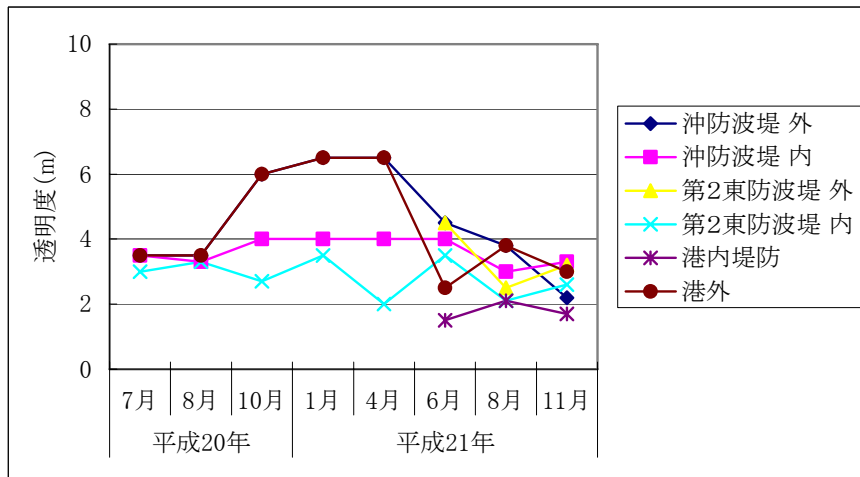


図 3.2.15 地点別の透明度

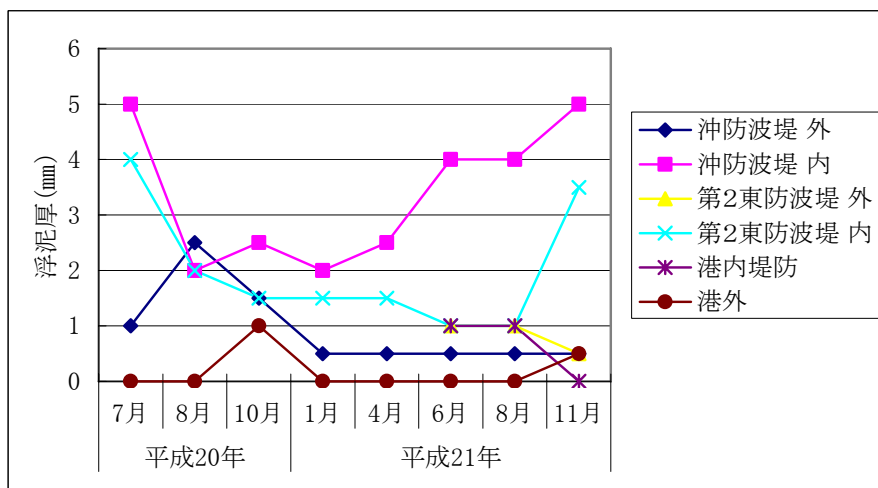


図 3.2.16 地点別の浮泥厚

## Ⅶ 考察

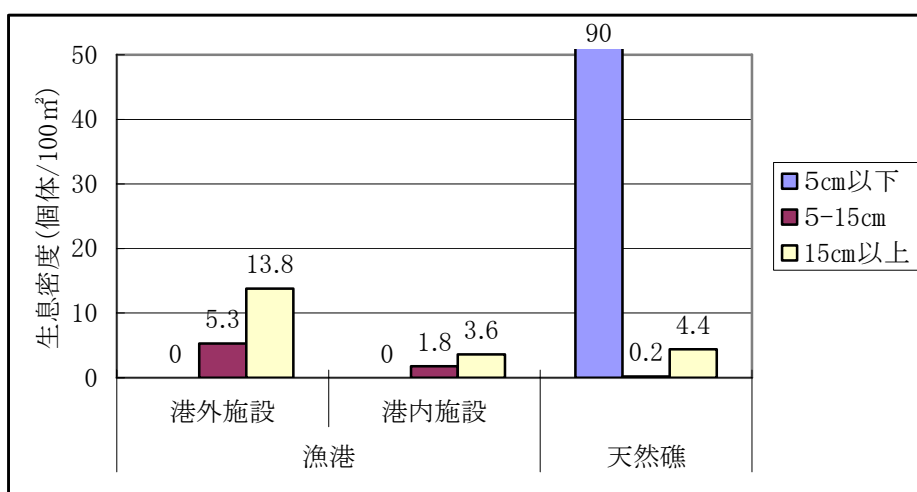
### (1) イセエビの生活史における漁港利用の状況

漁港水域及び港外水域におけるイセエビの成長段階別の生息密度を過年度の調査結果より、図4.1に示した。

体長 15 cm以上の漁獲サイズは漁港水域と天然礁で遜色がなく、消波ブロック等の港外施設では成エビの密度は天然礁の3倍に及んだ。このことは、漁港の構造物によって形成される多数の間隙がイセエビの生息空間として良好に機能していることを示している。

一方、体長 5 cm以下の稚エビについてみると、天然礁の生息密度が約 1 尾/m<sup>2</sup>の密度であるのに対して、漁港水域では確認されていない。天然礁では確認された全ての稚エビが岩盤に空いた細長い小穴に入っていたが、漁港施設にはこのような穴がなく、稚エビの生息空間が乏しいと考えられた。

漁港水域に稚エビの生息場を創出することにより、イセエビが産卵・育成から漁獲に至るまでの全生活史を送る重要な場が形成されることになり、資源量及び漁獲量の嵩上げが期待できる。



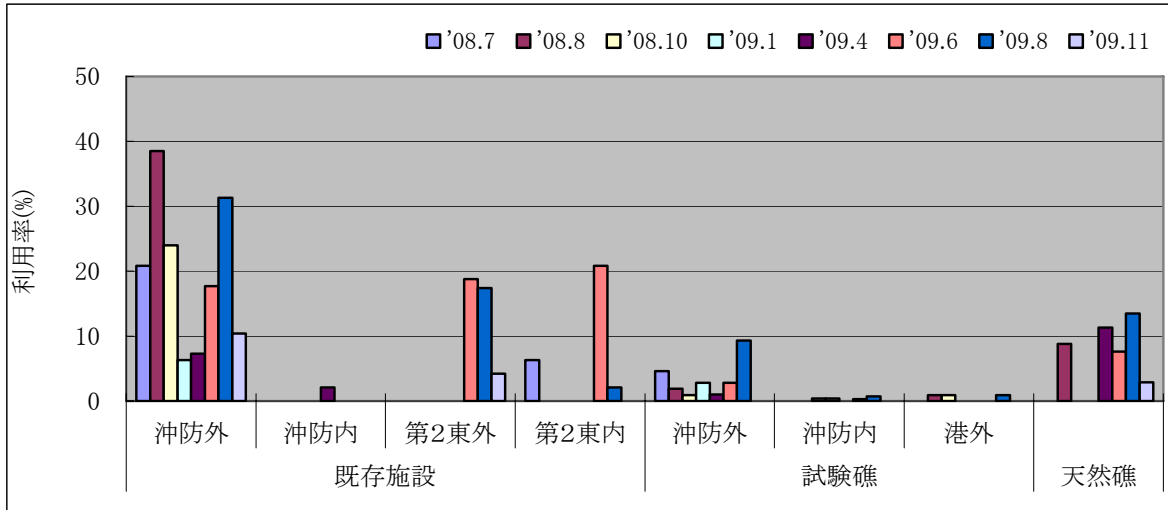
注) 5cm以下の稚エビは杵取り法による観察、5cm以上はライトランセトによる観察

図 4.1 成長段階別の生息密度 (H19 年)

### (2) 漁港施設における稚エビの定着

平成 20 年 6 月に青島漁港に施工した人工巣穴の利用率は図 4.2 に示すように、沖防波堤外側の消波ブロックで最も高く、以下、第 2 東防波堤外側の消波ブロック、天然礁の順であった。これらの場所はいずれも漁港の港外側もしくは漁港外に位置しており、波当たりが強く、潮通しが良好な場所である。対して、港内の閉鎖性の強い水域では稚エビは殆ど出現しなかった。

なお、既存施設と試験礁では試験礁の利用率が低かった。設置当初、試験礁には海藻等の付着が少なく、このことが利用率の低い原因と思われたが、海藻繁茂後においても利用率は既存施設に比べて低い。既存施設と試験礁の条件面で異なる点は、試験礁のほうが海底に近く、砂が巣穴に入りやすいことである。



注1. 第2東防波堤外側は平成21年(09年)6月から調査を開始した。  
 注2. 天然礁の平成20年7月、10月、平成21年1月は調査を実施していない。

図 4.2 稚エビの巣穴利用率

生理的・生態的に脆弱な稚エビの生残は、餌の量と捕食者から如何に逃れるかにかかっている。稚エビの細長い筒状の巣穴は捕食者からの避難場所としては理想的であることから、成育場の良否に関しては餌料条件が大きな要素を占めると考えられる。

稚エビの餌となる微小な餌料動物の量は図 4.3 に示すように、漁港の外側で多く、餌料動物の多い場所で人工巣穴の利用率が高いことが判った。また、これらの餌料動物は海藻の葉上、葉間に生息するものが多く、海藻が多い場所で餌料動物が多かった。

以上のことから、人工巣穴の利用率が漁港の外側で高いのは、漁港外側の波浪、潮流等の環境条件が海藻の着生に適しており、繁茂した海藻上に生息する小動物が稚エビの餌料となるためと考えられる。

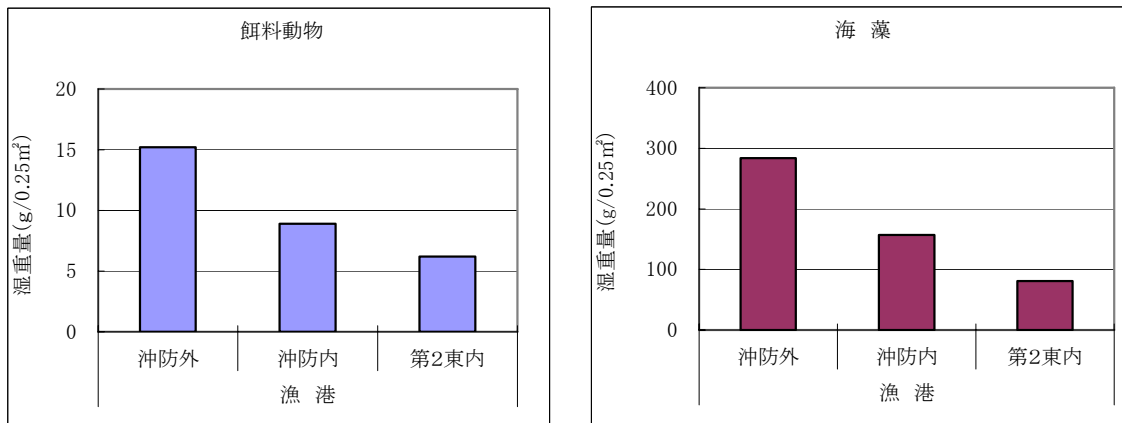


図 4.3 水域別の餌料環境

稚エビの巣穴利用率を構造物や水域別に比較し差の有意性について検定した結果、消波ブロックは試験礁と天然礁の両方に対して有意な差が認められた。なお、消波ブロックの層別の利用率は中層と下層に差は認められないが、上層と中下層では中下層で利用率が高いことが統計上証明された(表 4.1)。

表 4.1 稚エビの巣穴利用状況の比較

区分	利用穴数	検査穴数	利用率	検定結果
消波ブロック 試験礁(消波ブロック直近)	220 25	1344 864	0.16 0.03	P<0.05 消波ブロックの巣穴利用率は試験礁よりも有意に高い。
消波ブロック 天然礁	171 59	1056 649	0.16 0.09	
消波ブロック中層 消波ブロック下層	106 95	528 528	0.20 0.18	P>0.05 消波ブロックの海底上3m層の巣穴利用率は海底上1m層によりも有意に高いとは言えない。
消波ブロック中層 消波ブロック下層	36 19	288 288	0.13 0.07	

施設間の利用率の差が最も小さい消波ブロック中下層の検定手順を参考までに示す。

検定方法：正規分布による比率検定

この方法は試行回数  $n$  が大きくかつ比率  $p$  が 1 または 0 に近くない場合適用できる。

仮説の設定：帰無仮説  $H_0$ ：利用率（中層）＝利用率（底層）＝0.18

対立仮説  $H_1$ ：利用率（中層）≠利用率（底層）＝0.18（両側検定）

統計量（利用穴数）： $r = 106$ （ $n = 528$ ）

上層で利用穴数が 106 個以上である確率は

$$z = \frac{(r-0.5) - np}{\sqrt{np(1-p)}} = \frac{105.5 - 528 \times 0.18}{\sqrt{528 \times 0.18(1-0.18)}} = 1.18$$

正規分布表より  $P(|Z| \geq 1.18) = 0.24 > 0.05$

判定： $H_1$  を棄却し、 $H_0$  を採用。すなわち中層の巣穴利用率は底層よりも有意に高いとは言えない。

### (3) 漁港施設における稚エビ成育場の造成について

本調査結果を踏まえ、漁港にける効率的な稚エビ生息場の造成方法を以下に示す。

#### ① 対象構造物

漁港への稚エビ生息場の提供の仕方としては、巣穴を装着した構造物を新たに設置する方法と既存の構造物に穿孔する方法がある。漁港の改修、拡張等の工事があれば設置予定の構造物に陸上で巣穴を装着し、設置すると潜水作業を伴わず経済的である。

既存の構造物に穿孔する場合は潜水作業を伴うため、稚エビの高い定着率が見込まれる水深に穿孔することが大切である。

#### ② 施工場所

稚エビの定着場は主として港外側の施設であり、港内への定着率は極めて低い。施工場所は港外を中心に行うべきである。

#### ③ 水深帯

施工場所は稚エビの餌となる小動物が多く生息する海藻の繁茂する水深帯が望ましい。ただし、波浪条件の厳しい海域や淡水の影響を受けやすい海域では海面近くは稚エビの生息に適していない。潜水により穿孔施工する場合は海面下 2 m 以深が適当である。

#### ④ 巢穴の閉塞防止

砂泥域に構造物の単体を設置する場合は、巢穴と原地盤の間隔を1 m以上確保し、砂の巻き上げの影響を軽微とする措置が必要である。張石を行いその上に構造物を設置するのも良い。

#### ⑤ 巢穴のサイズ

稚エビは成長に伴って大きな巢穴を利用しており、体に対して多少、大きめの巢穴であっても利用する。施工の簡便さ、経済性の観点から巢穴の径は15～30 mmの大きさを数段階に分けて施工することが望ましい。この径における穴の奥行きは40～80 mm前後が適当である。

### Ⅷ 摘要

- ・漁港水域において稚エビの定着施設（巢穴）を付加することによりその効果を検証した。
- ・施工後1ヶ月で稚エビが確認された。稚エビは周年巢穴を利用し、春～秋に成長し、翌春は新しい加入群がみられた。
- ・稚エビは成長に伴って利用する穴の口径を大きいサイズに変えていた。
- ・稚エビの巢穴の利用率は既存施設＞天然礁＞試験礁であった。
- ・稚エビの生息密度は港外で最も高く、水深では中層（DL-3m）～下層（DL-6m）が多かった。
- ・稚エビの胃内容物を調べた結果、主に摂餌していたのは貝類で、カニ類、ワレカラ類、ヨコエビ類などの甲殻類がこれに次いでいた。これらの餌料は巢穴周辺の付着生物中に含まれており、海藻が多い場所には餌料生物が多いことが明らかになった。
- ・漁港施設における稚エビ育成場においては昼間の隠れ場と夜間の餌場を同所的に創出することがポイントと考えられ、これらの造成方法を取りまとめた。

### Ⅸ 出典

宮崎県中部港湾事務所、2001：平成12年度 県漁管委 第2-16-D号、漁港管理委託事業 但し設計業務委託（都農漁港、川南漁港、青島漁港 港内静穏度調査業務）報告書