

イセエビの生息や増殖に資する 漁港整備に関する考察

CONSIDERATION ABOUT THE FISHING PORT IMPROVEMENT WHICH
CONTRIBUTES TO HABITATION AND MULTIPLICATION OF A JAPANESE
SPINY LOBSTER *Panulirus Japonicus*

横山純¹・伊藤靖²・三浦浩³・深瀬一之⁴

Jun YOKOYAMA, Yasushi ITO, Hiroshi MIURA and Kazuyuki FUKASE

¹工修 水産庁 漁港漁場整備部計画課 (〒100-8907 東京都千代田区霞ヶ関1-2-1)

²正会員 (財) 漁港漁場漁村技術研究所 (〒101-0047 東京都千代田区内神田1-14-10)

³ (財) 漁港漁場漁村技術研究所 (〒101-0047 東京都千代田区内神田1-14-10)

⁴ 水修 (株) 水土舎 広島営業所 (〒730-0052 広島県広島市中区千田町2-7-17)

In this paper, we paid attention to Japanese spiny lobster *Panulirus japonicus* which lived in the fishing port facilities, and to contribute to habitation and multiplication had been strengthened. We selected Aoshima fishing port in Miyazaki Prefecture where *P. japonicus* was distributed and field survey was carried out about the living density, the habitat, spawning ground and catch yield from August, 2006 to December, 2007. As a result, pueruli and juveniles of the *P. japonicus* appeared in the hole of the size from the diameter 2cm to about 4cm that became empty the bedrock and a rolling stone. The growth stage from juveniles to adult of *P. japonicus* lived around the fishing port entrance and appeared the caisson, the armor block, and the wave dissipating concrete block. And incubated female appeared in the fishing port facilities, too.

Key Words : Japanese spiny lobster, fishing port, appearance situation according to growth stage, multiplication policy

1. はじめに

漁港は係留や水揚げ基地といった本来の機能に加え、水産生物の生息場でもあり、漁場としての利用や、静穏域であることを利用した種苗放流、中間育成等の幼稚魚の保護育成効果や出荷調整のための畜養等を行う場としての副次機能を有している。伊藤ほか¹⁾は、漁港における魚介類の生息空間を餌場、休息場、隠れ場、産卵場等に機能分類しており、幼稚魚を中心とした利用状況について報告している。本研究では、漁港施設内に分布する重要水産生物のうちイセエビ *Panulirus japonicus* に着目し、漁港水域における蛸集量や生息場としての特性を明らかにするための実態調査を実施した。その際に、天然礁とも比較しながら漁港構造物におけるイセエビの成長段階別の利用状況を取りまとめ、水産資源増殖機能を強化した漁港施設の構造形式や有効性の検討に資することを目的とした。

2. 研究の内容

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、南西諸島には分布しない²⁾。近年のキロ当たりの単価は4,000～5,000円台と高価であり³⁾、沿岸漁業における重要な資源である。また、主要な産地の漁港水域では港口域を中心にイセエビの棲息が確認され、被覆ブロックや消波ブロック等の漁港構造物が成エビを中心とした生息場となっていることが知られている⁴⁾。こうした場所では期間を限定した漁獲や種苗放流、出荷サイズに満たない稚エビの再放流等の水域利用が行われている。本研究ではイセエビの主要漁業地区である太平洋南区から宮崎県宮崎市青島漁港(第2種漁港)を選定し、2006年8月～2007年12月に以下の調査を実施した。

(1) 生息密度調査(着底期の稚エビ)

本調査で対象とするイセエビの成長段階は着底期

の稚エビであり、具体的には底棲移行期のプエルルス、及び体長5cm未満の稚エビである(表-2, 以降、稚エビと呼称)。調査は日中、漁港水域及び天然岩礁域の海底において、任意の基質上に1mの方形枠を置き、潜水目視により枠内の基質表面を丹念に観察し、穴の数及び出現した個体数、体長、出現場所(水深、巣穴の大きさ、基質等)、海藻植生を記録した。これを3~21 m²/箇所調査した。なお、観察された稚エビは全て巣穴に潜っており、体長を直接測定できないことから、巣穴から露出している第2触覚の鞭状部の長さを測定し、荒武⁵⁾による相対成長式から体長の推定を行った。調査は2007年7月25~26日と8月21~23日の2回実施した。

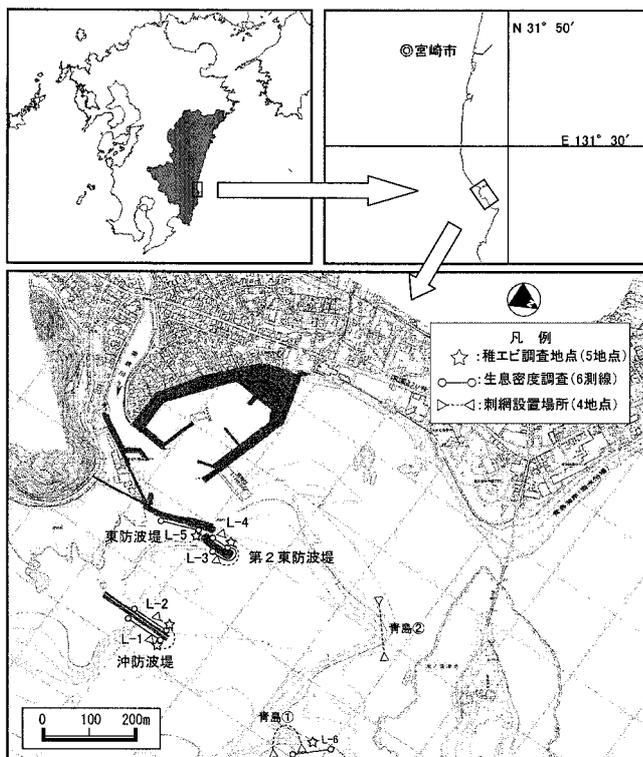


図-1 イセエビ調査場所

(2) 生息密度調査(稚エビ~成エビ)

防波堤において、ケーソン、消波ブロック、被覆ブロック(石)等の構造物上に距離100mの調査測線を設置し、潜水目視により概ね体長5cm以上のイセエビを対象に一定の観察幅で個体数、体長、出現場所等を記録し、これを昼夜同一測線で実施して出現状況を比較した。本種は昼間は物陰に潜み、薄暮時より這い出し、索餌行動に入る。この習性を考慮して、主として日中に巣穴の構造(短径、長径、奥行)に関する調査を行い、生息密度に関する調査は、巣穴からの這い出し個体数が増加する夜間と昼間の両方で実施した。調査は2006年8月28~29日と、2007年8月21~23日の2ヵ年で実施した。

(3) 産卵場調査

イセエビの産卵期に漁港水域2箇所および天然礁(天然漁場)2箇所の計4箇所において夕方から翌

朝にかけて刺網によりイセエビを採捕し、個体数、頭胸甲長、体長、体重、雌雄、抱卵率等を測定した。使用した刺網は4反、長さ160m、網丈1.5m、目合い12cmの一重網である。調査は2007年7月24日~26日に実施した。

(4) 漁獲調査

青島漁港では漁港水域内でのイセエビ漁を毎年秋季に期間を限定して行っている。操業は1隻のみで実施することから、操業日誌を記帳してもらう方法により漁獲状況を調査し、CPUE(単位努力量当たりの漁獲量)を防波堤別に比較した。操業期間は、2006年、2007年ともに11月1日~12月2日であった。

表-1 調査内容

調査項目	調査時期	調査場所			
		東防波堤	第2東防波堤	沖防波堤	天然礁
生息密度調査	2006年7月, 8月	●	●	●	●
着定期稚エビ					
生息密度調査	2006年8月	●	●	●	●
稚エビ~成エビ	2007年8月	●	●	●	●
産卵場調査	2006年7月		●	●	●
漁獲調査	2006年11~12月	●	●	●	
	2007年11~12月	●	●	●	

表-2 イセエビの成長段階

成長段階	体長	分布域	時間
フィロソー	0.1~3cm	沿岸で孵化し、沖合まで移動	浮遊期間は約1年
マ幼生			
プエルルス	2cm	沖合から沿岸岩礁域へ戻り底生生活に移る	
稚エビ	2~15cm	約1年間は大きな移動はしない	2年目
若令エビ	約15~18cm	40m以浅、主に10m前後の水深帯に分布	3年目(一部は産卵)
成エビ	約20cm~		寿命は10年以上

3. 調査結果

(1) 生息密度調査(着底期の稚エビ)

a) 巣穴の特徴と存在場所

稚エビの出現概要を表-3に、基質別の稚エビの生息密度を図-2に示す。5箇所計7回の潜水で合計48個体の稚エビを確認した。このうち少なくとも3個体はプエルルスであり、それ以外は体長から脱皮令1~6令と推定された⁵⁾。稚エビの確認場所は水深0.5~7mの岩盤や転石に空いた小指~親指大の巣穴の中であった。これらは全て自然石に空いた穴を利用しており、コンクリート構造物にはこうした穴は見られなかった。ちなみに漁港における穴は構造物の支持基盤の岩盤に空いたものである。これらの小穴は通称「ウニ穴」と呼ばれ、ウニ類や一部の二枚貝類の穿孔により形成されたものと考えられる。また、防波堤の港内側では稚エビは観察されなかったが、これは立地環境によるものか、生育に適した穴が存在しないためかは不明である。

b) 稚エビと巣穴のサイズ関係

巣穴の口径とそこに棲む稚エビの体長の関係を図-3に示す。

稚エビの体長と巣穴の口径には正の相関がみられ、体長の大きなものほど口径の大きい巣穴を利用していた。このことから稚エビは成長に伴い棲む穴を変えていることが示唆された。また、巣穴の奥行きとの関係では、全長の1.5~2.5倍の奥行きのある穴の利用率が高かった。

表-3 稚エビの出現概要

調査場所	調査月	観察面積 (m ²)	穴の数	
			自然石	コンクリート
沖防波堤	港外	7月	11	計測せず
	港内	7月	21	93
第2東防波堤	港内	7月	4	0
東防波堤	港外	8月	3	15
天然礁	7月	17	373	
	8月	6	66	

調査場所	調査月	出現水深 (m)	個体数		
			穴内	その他	
沖防波堤	港外	7月	6.2~6.5	5	0
	港内	8月	5.2~5.6	17	0
第2東防波堤	港内	7月	-		0
東防波堤	港外	8月	0.5~4.3	5	0
天然礁	7月	4.3~6.1	7	0	
	8月	5.5~6.3	14	0	

注) 網掛け部は観察枠内に該当する基盤がないことを示す。

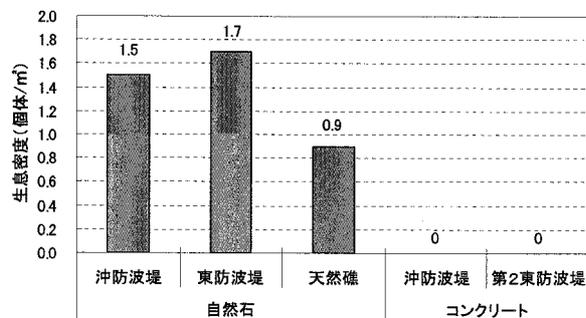


図-2 基質別の稚エビの生息密度

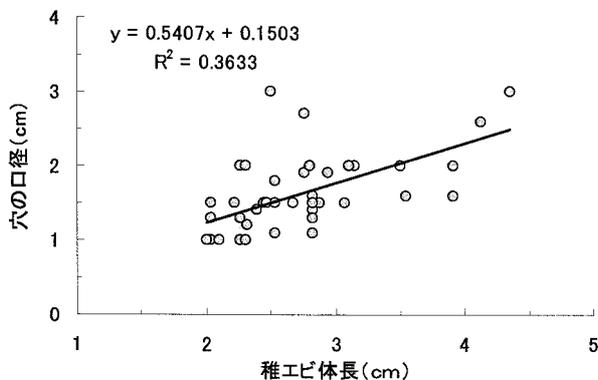


図-3 稚エビの体長と穴の口径

c) 稚エビと巣穴周辺の海藻植生

漁港水域および天然礁においては、ホンダワラ類等の大型海藻は出現せず、構造物の浅所や転石帯および岩礁帯において小型海藻がみられた。植被率は漁港水域の港内側で5%未満であり、港外側では10

~60%であった。一方、天然礁では20~70%であった。優占種としては褐藻類のヘラヤハズ *Dictyopteris prolifera*, カミノテ *Amphiroa anceps*, ヘリトリカミノテ *Marginisporum crassissimum* といった有節石灰藻及び、ヤタバグサ *Acanthopeltis hirsuta*, ユイキリ *Acanthopeltis japonica*, ホソバノトサカモドキ *Callophyllis japonica* 等の小型紅藻類であった。これらは、巣穴の周辺に散在した。

(2) 生息密度調査

a) 生息場所と特徴

港外側に面し、周囲が砂地の3つの防波堤および天然礁において6測線を設定し、全測線でイセエビが確認された(図-1)。

漁港水域でイセエビの確認された場所は港口域に面した潮通しの良い場所であった。また、主な構造としては、ケーソンの目地、被覆ブロック、消波ブロック等で確認された(表-4, 図-4)。天然礁では、高さ50cm、傾斜20度程度の波状岩が連なるいわゆる鬼の洗濯板状を呈しており、一部で転石もみられた。昼夜別には、昼間は構造物の隙間に、夜間は隙間に加えて、構造物の表面で出現が確認された。

表-4 調査対象構造物(イセエビの出現場所)

調査場所	構造物			
	ケーソン	被覆ブロック	消波ブロック	天然基盤
沖防波堤 (L-1, 2)	●	●	●	●
第2東防波堤 (L-3, 4)	●	●	●	●
東防波堤 (L-5)			●	●
天然礁 (L-6)				●

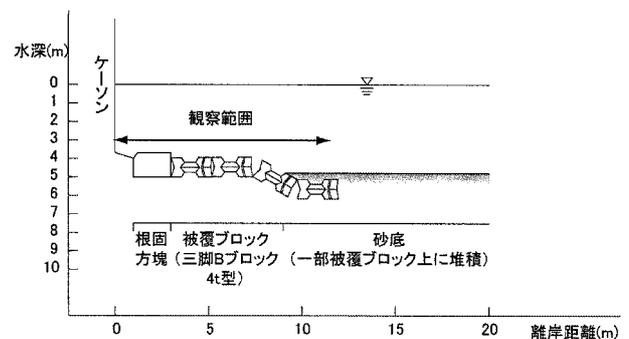
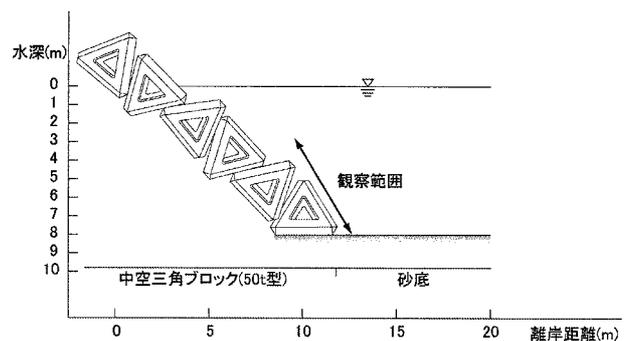


図-4(a) 構造物の種類(上:L-1, 下:L-2, 4)

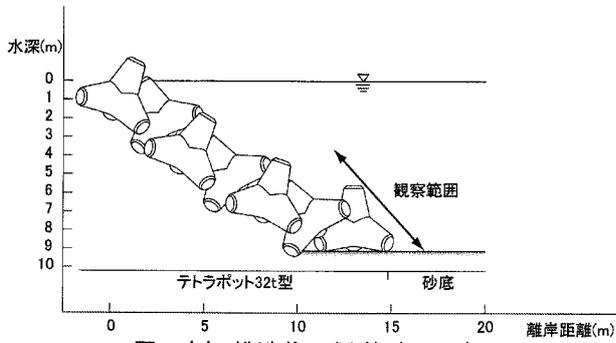


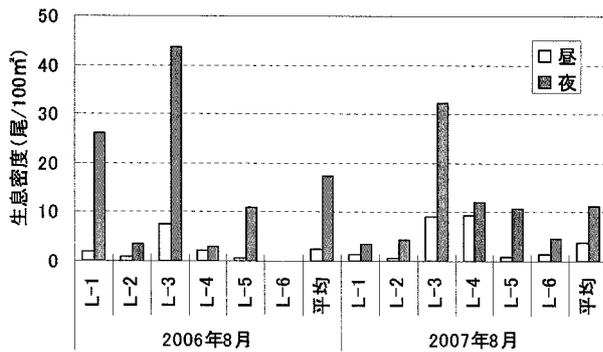
図-4(b) 構造物の類型 (L-3, 5)

b) 生息密度

目視観察結果により得られたイセエビの生息密度を図-5 に示す。

2006 年, 2007 年とも各測線の生息密度は夜間に高く, 2006 年は昼間の 1.5~27.1 倍 (平均 7.0 倍), 2007 年は昼間の 1.3~13.3 倍 (平均 3.0 倍) であった。また, 昼夜とも生息密度が高かった場所は, 2006 年では L-3, 2007 年では L-3, L-4 であり, 特に L-3 で高かった。

夜間において数多く視認された L-1, L-3, L-5 は, 中空三角ブロックやテトラポッドで構成される消波ブロックの場所であった。一方, 昼夜の差がこれらの測線ほどなかった L-2 や L-4 は, 被覆ブロックの場所であった。これらの傾向は 2006 年, 2007 年とも共通していた。また, 天然礁に設定した L-6 は 2007 年のみ調査を行ったが, L-1 または L-2 と同程度の生息密度であった。



注) L-6は2007年のみ実施

図-5 イセエビの生息密度

c) 構造物との関係

各構造物におけるイセエビの面積あたり及び, 容積あたりの生息密度を求め, 比較検討した結果を表-5 に示す。なお, 生息密度を求める際の視認数データは, イセエビが数多く観察された夜間の調査結果を用いた。

面積あたりの生息密度は, 2006 年は中空三角ブロックにおいて最も高かった。次いで, テトラポッドであり, 被覆ブロックが最も低かった。2007 年はテトラポッドで最も高く, 被覆ブロック, 中空三角ブロックの順であった。なお, 中空三角ブロックやテトラポッドにおける視認数は, 昼間は少なかったが,

夜間に多い傾向にあった。

容積あたりの生息密度は 2006 年, 2007 年とも被覆ブロックで最も高かった。2006 年は中空三角ブロックやテトラポッドがほぼ同じで, 2007 年は中空三角ブロックが最も低かった。

視認調査において被覆ブロックでは, そのブロックの奥行き全てを観察できたのに対し, 中空三角ブロックやテトラポッドではほぼ表面の観察にとどまり, 日中は消波ブロックの奥に潜んでいるものと考えられることからイセエビの生息尾数に関して過小評価した可能性がある。

表-5 構造物別出現密度

調査年月	2006年8月			2007年8月		
	被覆ブロック	中空三角B	テトラポッド	被覆ブロック	中空三角B	テトラポッド
測線	L-2, 3, 4	L-1	L-3, 5	L-2, 3, 4	L-1	L-3, 5
夜間尾数	26	30	207	63	13	243
観察面積 (m ²)	930	100	840	700	250	950
観察区域容積 (m ³)	1,000	2,800	19,400	756	7,105	22,572
面積あたり尾数 (尾/100m ²)	2.8	30.0	24.6	9.0	5.2	25.6
容積あたり尾数 (尾/100m ³)	2.6	1.1	1.1	8.3	0.2	1.1

d) 巣穴の構造

2006 年 8 月に, 体長が概ね 5cm 以上のイセエビについて, 昼間に視認された個体数の出現した巣穴の形状 (微生物場) について調査を行った。測定場所は被覆ブロック 26 箇所, テトラポッド 10 箇所, ケーソンの目地 9 箇所, 中空三角ブロック 4 箇所, 天然礁 2 箇所の計 51 箇所であり, 計 75 尾が視認された。構造物の形状特性から巣穴となる空隙の開口部の形状は細長く, 短径が 10~20cm のものに最も出現が多く, 体長 15cm 以下の稚エビは 10cm 未満の幅の狭い巣穴に生息する傾向がみられた (図-6)。なお奥行は 75 尾中 62 尾が 2m 以上で観察された⁴⁾。

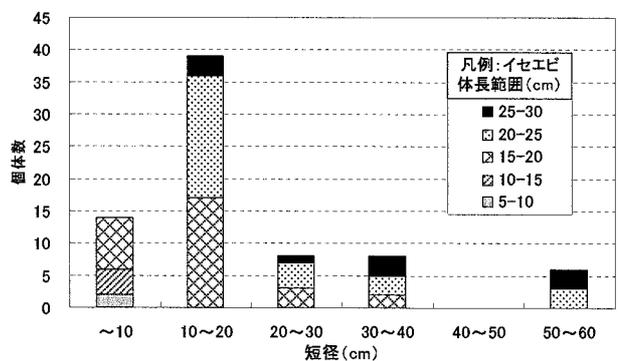


図-6 空隙の短径と体長別視認尾数⁴⁾

(3) 産卵場調査

a) 体長組成

イセエビの産卵期にあたる 2007 年 7 月に刺網によって採捕された個体の体長組成を図-7 に示す。

漁港水域 (L-1~L-5), 天然礁 (L-6) とともに体長組成は 18~20cm をモードとする単峰型であり, 体長組成の分布幅は漁港水域が大きく, 大型個体の占

める割合でも漁港水域が多かった。

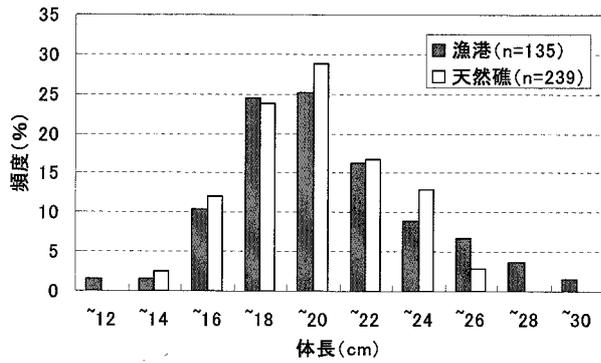


図-7 産卵期に生息するイセエビの体長組成

b) 性比・抱卵率

再生産の重要なパラメーターである性比と抱卵率を図-8、図-9に示す。

漁港水域においても抱卵個体の出現していることから、産卵から稚エビ～成エビとなる浮遊期を除く成長過程の全ての環境条件を満たしていることが示唆された。一方、雌の比率、抱卵率ともに天然礁と比べると小さい傾向を示しており、これらの要因については更なる分析が必要であることから、今後の課題としたい。

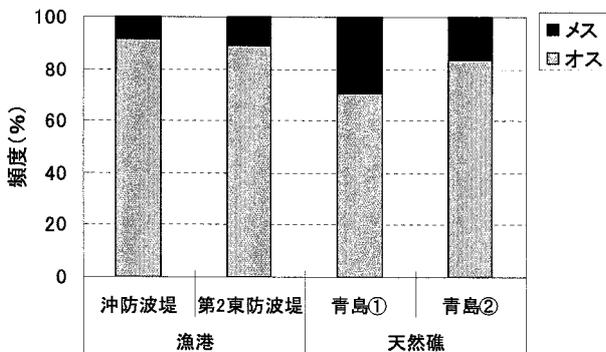


図-8 産卵期に採取したイセエビの性比

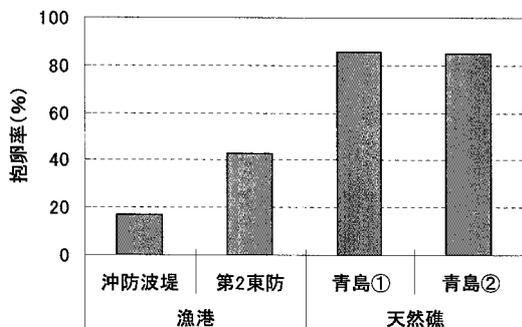


図-9 産卵期に採取したイセエビの抱卵率

(4) 漁獲調査

青島漁港における防波堤別の漁獲量及び漁獲尾数を表-6に示した。

表-6 漁獲調査結果

	操業日数 (日)	網数 (反)	漁獲量 (kg)	漁獲尾数 (尾)	CPUE		
					(kg/反)	(kg/日・隻)	
2006年	沖防波堤	17	175	304.5	1,131	1.7	17.9
	第2東防波堤	17	105	276.1	927	2.6	16.2
	東防波堤	3	6	24.6	95	4.1	8.2
	合計	18	286	605.2	2,153	2.1	33.6
2007年	沖防波堤	20	145	269.1	861	1.9	13.5
	第2東防波堤	15	97	302.6	848	3.1	20.2
	合計	20	242	571.7	1,709	2.4	28.6

2006年、2007年の漁獲尾数は、それぞれ605kg、572kgであり、両年とも600kg前後の水揚げとなっている。漁場別にみると主要な漁場である沖防波堤と第2東防波堤では2ヵ年ともほぼ同等であった。また、CPUE(1日1隻あたりの漁獲量)は約30kgであり、1反あたりでは第2東防波堤が高い傾向がみられた。

4. 考察

(1) 漁港水域におけるイセエビの成長段階別の出現状況

青島漁港水域では、着底直後の体長2cm程度のプエルルス、稚エビ～成エビまで、浮遊幼生期を除く全てのステージが確認された。着底直後の体長2～5cm程度の稚エビは自然石に空けられた口径1～3cm、奥行き2～8cmの巣穴に生息し、体長5cm以上になると消波ブロックやマウンド部に生じる空隙を利用して生息していた。また、漁港水域は天然礁よりも幅広い体長組成での分布が確認され、大型個体の出現が多い傾向がみられた。これは、隠れ場に加えて餌場としての効果も関係しているものと推測され、小型貝類やカニ類などの餌料生物が多く生息していることが要因と考えられるが、これらの関係については今後の課題としたい。

さらに、青島漁港水域では抱卵個体が出現しており、一部産卵場としての利用も示唆された。なお、天然礁と漁港の間は砂地に覆われているため、着底後の生息空間としては分断されているものと理解され、漁港水域においては成エビまでの成長過程に必要な生息環境が満たされているものと考えられた。このことは、イセエビが漁港水域等の防波堤や投石による増殖場で漁獲されている東京都三宅島⁴⁾、静岡県白浜⁶⁾、清水⁷⁾、御前崎⁷⁾、和歌山県串本⁸⁾、長崎県脇岬⁴⁾等の事例からも確認できる。この理由としては、これらの構造物はイセエビ成体の棲み場また漁場としての機能を有するとともに、付近の流動変化を誘発することでプエルルスの着底を促していると考えられている。

(2) 漁港水域における増殖方策

イセエビ類を対象とした増殖場造成事業については太平洋中区：千葉、東京、静岡、三重県、太平洋南区：徳島、和歌山、高知、宮崎、鹿児島県、東シ

ナ海区：長崎，熊本，鹿児島，沖縄県の1都11県⁹⁾と，主要な漁業地区がほぼ網羅された形で実施されている．その形態は投石，ブロック，イセエビ礁の設置等である．これまでの施設整備では，プエルルスに着底場はヒラクサやマクサ等のテングサ場であり，着底後1年程度は藻着生活を送り^{10),11)}，その後は岩礁部に移行するとの考えに基づいて設計されたものが多い²⁾．その後，Yoshimura et.al.は，着底期のプエルルスや稚エビは岩礁表面に空いた穴に日中潜在し，稚エビに変態後は，より大きな穴に移り住み，藻着生活様式をとらない場合があることを報告している．また，本邦におけるイセエビ分布域全体を考慮すると，その場合の着底・育成場について，テングサ場よりもガラモ場やアラメ・カジメ場が一般的であるとしている^{12),13)}．

一方，漁港水域は漁獲制限や再放流等の資源管理の容易性などの特性があるものの，これまで漁港水域での効果実績が乏しいことから，当該水域は増殖用の水域としては有効に活用されてこなかった．また，漁港構造物はコンクリート構造である場合が多く，藻類の分布や巣穴となる部分が少ないため，着底直後の稚エビの生息空間としては適切ではないとして，積極的に利用されなかったと予想される．

清水¹⁴⁾は青島漁港の沖防波堤において人工海藻を用いた採集器(コレクター)によりプエルルスを含む初期稚エビを2000年5月から2001年3月まで採取し，6~8月に来遊が多いことを確認している．また，本調査で，着底期の稚エビは周辺部にパッチ状の小型直立海藻が分布している巣穴によく生息していることを確認しており，着生後に移動可能範囲に巣穴があることが重要と考えられる．さらに，体長が5cm以上の稚エビから成エビに至る成長段階では移動可能範囲内にあるマウンド等の空隙が生息空間となり，産卵場としても機能していることが判明した．このことは，漁港水域においても天然に来遊したプエルルス幼生の集積・着底を促し，その後の生残率を更に高めるための条件を有していることを意味する．すなわち，漁港構造物に海藻を生育させるとともに稚エビの成長に応じた巣穴を多数付加するなど，多様な生息空間を創出する施設整備と漁獲制限や禁漁といった資源管理方策を有機的に連携させることにより，これまで以上にイセエビの生息や増殖に貢献することが期待される．

5. おわりに

本調査の結果，漁港水域がイセエビの成長段階のうち，着底期の幼生~成エビまでの棲み場として利用され，産卵場としても機能していることが示唆された．また，漁港水域が漁場としても利用されていることから，天然礁(沿岸岩礁域)と比べると機能面において量的な差はあっても質的には変わりがないものと考えられる．

漁港水域における増殖方針としては，自然来遊するプエルルスの着生を促し，その後の生息環境を創出することが必要であり，特に稚エビ期の生息場の創出が重要と考えられる．今後の課題としては，餌料と棲み場の関係や，雌の生息比率や抱卵率の決定要因は何かを分析し，技術開発を行うことであり，このためには，漁港水域における実証試験を行い，構造形式について具体的な検討する必要がある．

本来，漁港は岩礁域に立地していることが多く，ミチゲーション的な意味においてもこうした取り組みは必要であると共に，更なる生息空間の創出や機能の質的向上を目指すことが重要と思われる．

謝辞：本調査を実施するにあたり，宮崎市漁業協同組合の矢部廣一組合長をはじめ，職員各位には調査全般にわたり協力を頂いた．ここに記して深謝申し上げる．

参考文献

- 1) 伊藤靖，川海信也，押谷美由紀，間辺本文，古村振一，小畑泰弘，三浦浩：漁港水域を利用した水産資源増殖機能強化に関する考察，海岸工学論文集，第52巻，pp.1056-1060，2005．
- 2) 増殖場造成計画指針 マダイ・イセエビ編，(社)全国沿岸漁業振興開発協会，pp.197-249，1988．
- 3) 農林水産省統計部：平成16年水産物流通統計年報，pp.60-61，2006．
- 4) 伊藤靖，三浦浩，押谷美由紀，深瀬一之，吉永聡，横山純：漁港施設におけるイセエビの生息状況に関する実態，海岸工学論文集，第54巻，pp.1211-1215，2007．
- 5) 荒武久道：イセエビ幼稚仔生息環境調査試験Ⅱ，宮崎水試事報，pp.85-90，2001．
- 6) 野中忠：静岡県白浜における造成漁場でのイセエビの漁獲，静岡水試研報，(1)，pp.43-51，1968．
- 7) 伏見浩：イセエビ漁場造成に関する調査報告，静岡水試伊豆分場，1973．
- 8) 中筋考：防波堤工事に伴う捨石及び消波ブロックへのイセエビの蝸集効果について，水産土木，13(1)，pp.17-18，1976．
- 9) 水産基盤整備基礎調査 GIS データ CD-Rom，財団法人漁港漁場漁村技術研究所，2004．
- 10) 静岡県水産試験場伊豆分場：昭和50年度大規模増殖場開発事業調査報告書(南伊豆地区；イセエビ)，pp.1-69，1976．
- 11) 東京都水産試験場：昭和57年度大規模増殖場開発事業調査報告書(イセエビ)，pp.1-70，1983．
- 12) Yoshimura,T.,Yamakawa,H.,Norman,C. : Comparison of hole and seaweed habitats of post-settled pueruli and early benthic juvenile lobsters, *Panulirus japonicus*, Crustaceana, 66(3),pp.356-365,1994.
- 13) 吉村拓：イセエビ *Panulirus japonicus* の水産生物学的研究，月刊海洋，号外No26，pp.230-236，2001．
- 14) 清水博：イセエビ幼稚仔生息環境調査Ⅰ，宮崎水試事報，pp.71-74，2000．