

## 九州南部の吹上浜近岸帯における海産無脊椎動物の出現パターン

大富 潤<sup>1\*</sup>, 高野知則<sup>1</sup>, 須田有輔<sup>2</sup>, 中村正典<sup>2</sup>, 早川康博<sup>2</sup>

### Occurrence Pattern of Marine Invertebrates in Nearshore Zone of Fukiagehama Beach, Southern Kyushu, Japan

Jun Ohtomi<sup>1\*</sup>, Tomonori Takano<sup>1</sup>, Yusuke Suda<sup>2</sup>,  
Masanori Nakamura<sup>2</sup>, and Yasuhiro Hayakawa<sup>2</sup>

**Key words** : sandy beach, marine invertebrate, species composition, *Philocheras parvirostris*, *Matuta lunaris*, *Parapenaeopsis cornuta*

#### Abstract

Species composition and occurrence pattern for the dominant species of marine invertebrates were surveyed in the nearshore zone of the sandy beach, Fukiagehama Beach, southern Kyushu, Japan. A total of 799 individuals composed of 16 families and 24 species were collected using a coarse-mesh seine (4×4 mm square mesh, 26 m wide and 2 m deep with a 3 m long purse-bag at its center) during the research period from May to October 2000. The numerically dominant species were *Philocheras parvirostris* (Crangonidae), *Matuta lunaris* (Calappidae) and *Parapenaeopsis cornuta* (Penaeidae). *P. parvirostris* occurred only at low tide and the body size was significantly greater in May than in October. *M. lunaris* occurred irrespective of time of day or tide level. However, the range of the body size of individuals was wider at low tide than at high tide. *P. cornuta* occurred only at low tide in the night in October and all individuals were juveniles with carapace lengths less than 20 mm. This suggests that *P. cornuta* use the nearshore zone of Fukiagehama Beach as a nursery ground.

砂浜海岸は干潟や岩礁に比べ、一見荒涼とした印象を受けるため、豊かな生命の営みは存在しないだろうと思われるがちである<sup>1)</sup>。さらに、砂浜海岸は波浪環境が厳しく、海上からも陸上からもアプローチが難しいために調査が困難で、生物相や生態に関する研究が極めて少ないのが現状である。しかしながら、砂浜海岸は生物の成育場のみならず索餌場になっていることも予想されるため(須田, 未発表), 沿岸域の環境保全を考える上で、あるいは水産業においても、極めて重要な水域と考えて良からう。

これまでに、砂浜海岸の生物相に関しては、土佐湾<sup>2,3)</sup>, 鹿児島県種子島<sup>4,5)</sup>, 九州西岸<sup>5)</sup>, 鹿島灘<sup>6,7)</sup>, 山口県土井ヶ浜<sup>8,9)</sup>などで研究が行われている。しかしながら、

これらの研究はいずれも魚類を対象としたものである。砂浜海岸には、魚類のみならず無脊椎動物も棲息し、群集内の食物連鎖上の重要種や水産上の有用種も含まれると考えられるが、魚類に比べると研究は極端に少ない。九州南部に位置し、東シナ海に面する吹上浜は、総延長が約50kmにも及ぶわが国为数の長大な砂浜海岸である<sup>10)</sup>。筆者らは吹上浜における砂浜生態系に関する研究を継続中であり、これまでに吹上浜の近岸帯(汀線から碎波帯を越えた辺りまでの範囲)における魚類相について報告している<sup>11)</sup>。本研究では、同水域における海産無脊椎動物の種組成および優占種の出現パターンを明らかにすることを目的とした。

<sup>1</sup> 鹿児島大学水産学部資源育成科学講座 (Department of Aquatic Resource Science, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 4-50-20 Shimoarata, Kagoshima 890-0056, Japan)

<sup>2</sup> 独立行政法人水産大学校 (National Fisheries University, 2-7-1 Nagata-honmachi, Shimonoseki, Yamaguchi 759-6595, Japan)

\* Corresponding author, Email: ohtomi@fish.kagoshima-u.ac.jp

### 材料および方法

吹上浜の南部、万之瀬川の北約3 kmに位置する鹿児島県金峰町京田地区の地先 (31°28'44"N, 130°18'42"E 付近) の近岸帯 (Fig. 1) において、2000年5月9~11日、8月1日、10月25~27日の満潮時および干潮時に採集調査を行った (Table 1)。8月は天候不良のため満潮時と干潮時それぞれ2回ずつしか曳網を行うことができなかったが、5月には15回、10月には18回の曳網を行った。

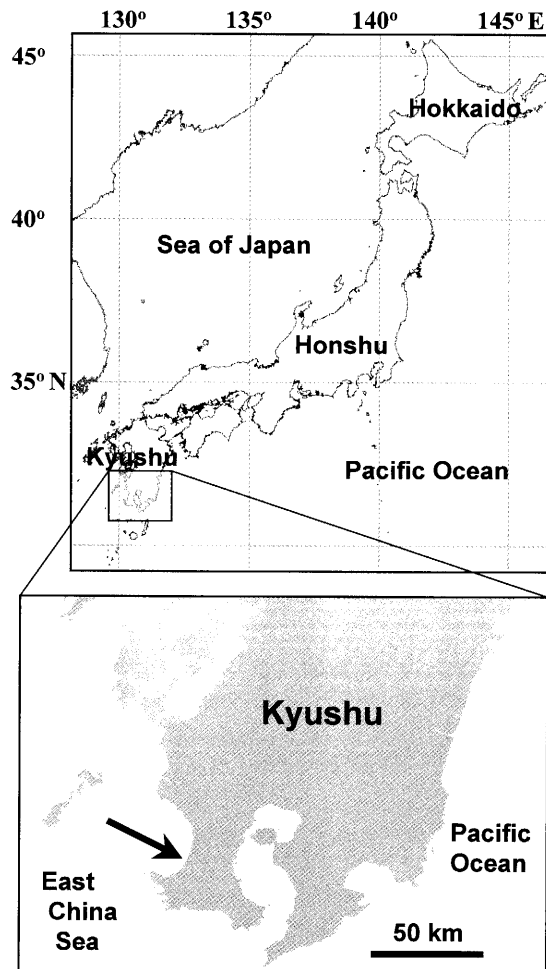


Fig. 1 Map of the study area in Fukiagehama Beach, southwestern Kyushu, Japan, showing the sampling site (arrow).

Table 1 Number of seine hauls at each tide level at each sampling date

Date	Day		Night		Total
	High tide	Low tide	High tide	Low tide	
May 9-11, 2000	4	7	4	0	15
August 1	2	2	0	0	4
October 25-27	0	6	8	4	18
Total	6	15	12	4	37

採集に用いた器具は、上辺に浮子、底辺に沈子網を装着した帯状の網 (もじ網) である (Fig. 2)。網の幅は26 m、高さは2 mで、中央には奥行き3 mの魚取部があり、網全体の目合は4×4 mmである。この網をできるだけ碎波帯近くまで運び、汀線に平行に広げた後に、袖の先端に取り付けたロープを左右3人ずつで持って汀線と垂直の方向に汀線を越える陸上まで曳網した。1回の曳網に要した時間は2~3分であった。

採集物は小型のバットに小分けして現場でソーティングを行い、魚類と無脊椎動物に分けた。全標本は10%海水ホルマリンで固定して研究室に持ち帰った後に同定を行ったが、本研究では無脊椎動物のデータのみを用いた。なお、最近2種に分けられたイワガニ科のケフサイソガニ *Hemigrapsus penicillatus* と *H. takanoi* は、Asakura and Watanabe<sup>12)</sup> に従い区別した。本研究では、クラゲ類およびアミ類は調査対象外とした。

採集時には、曳網開始時と終了時の網幅および曳網距離を記録した。それらより各回の曳網面積を求め、密度は採集個体数を曳網面積で除して算出した。なお、複数の曳網結果を込みにした平均密度は、採集個体数の合計を総曳網面積で除して算出した。1回当たりの平均的な曳網距離は約25 m、曳網面積は約400 m<sup>2</sup>であった。

本研究では、データの分布に対して、まず $\chi^2$ -適合度検定による正規性の検定を行った。その結果をもとに、差の検定にはパラメトリックとノンパラメトリック、いずれかの手法を採用することにした。なお、全ての統計解析において、有意水準は5%とした。

### 結 果

#### 採集された海産無脊椎動物の種組成

本研究で採集された海産無脊椎動物のリストをTable 2に示す。十脚目・根鰓亜目の甲殻類は、クルマエビ科の

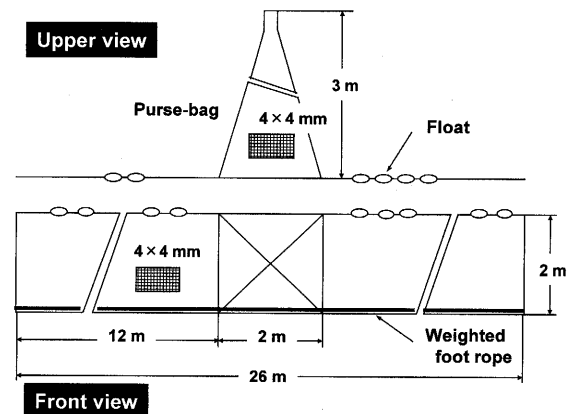


Fig. 2 Sampling gear used in the present study.

Table 2 List of invertebrate species collected from the nearshore zone of Fukiagehama Beach in the present study

Class	Order	Family	Species	Japanese name	
Malacostraca	Decapoda	Penaeidae	<i>Parapenaeopsis cornuta</i>	Chikugoebi	
		Luciferidae	<i>Lucifer hanseni</i>	Kishiyumeebi	
		Palaemonidae	<i>Macrobrachium</i> sp. (broken)		
			<i>Palaemon macrodactylus</i>	Yubinagasujiebi	
			<i>Palaemon</i> sp. 1		
			<i>Palaemon</i> sp. 2		
			<i>Palaemon</i> sp. 3		
		Ogyrididae	<i>Ogyrides orientalis</i>	Tsunomeebi	
		Hippolytidae	<i>Latreutes mucronatus</i>	Takokuragemoebi	
		Crangonidae	<i>Crangon writai</i>	Uritaebijako	
			<i>Philocheiras parvirostris</i>	(None)	
			<i>Callianassidae</i>	<i>Nihonotrypaea harmandi</i>	(None)
		Diogenidae	Diogenidae gen. sp. (broken)		
		Hippidae	<i>Hippa truncatifrons</i>	Hamasunahorigani	
		Calappidae	<i>Matuta lunaris</i>	Kinsengani	
		Leucosiidae	<i>Philyra pisum</i>	Mamekobushigani	
		Portunadae	<i>Portunus (Portunus) sanguinolentus</i>	Janomezazami	
		Grapsidae	<i>Helice tridens</i>	Ashiharagani	
			<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	Kefusaisogani	
			<i>Gaetice depressus</i>	Hiraisogani	
		Isopoda	Idoteidae	Idoteidae gen. sp.	
			Cymothoidae	Cymothoidae gen. sp.	
			Amphipoda	Gammaridea gen. sp.	
Cephalopoda	Sepioidea	Sepiolidae	Sepiolidae gen. sp.		

チクゴエビ *Parapenaeopsis cornuta*, ユメエビ科のキシムエビ *Lucifer hanseni* の 2 種が採集された。抱卵亜目は、テナガエビ科が不明種を含め 5 種、ツノメエビ *Ogyrides orientalis*, タコクラゲモエビ *Latreutes mucronatus*, エビジャコ科が *Crangon writai* と *Philocheiras parvirostris* の 2 種、計 9 種が採集された。異尾下目ではヤドカリ科 1 種、ハマスナホリガニ *Hippa truncatifrons*, スナモグリ科 1 種の計 3 種が採集され、短尾下目ではキンセンガニ *Matuta lunaris*, マメコブシガニ *Philyra pisum*, ジャノメガザミ *Portunus (Portunus) sanguinolentus*, イワガニ科 3 種の計 6 種が採集された。その他、等脚目 2 種、端脚目 1 種、ダンゴイカ科 1 種が採集された。合計で 16 科 24 種が採集されたが、ダンゴイカ科 (Sepiolidae gen. sp.) の 1 種を除く 15 科 23 種が節足動物門軟甲綱の甲殻類 (以下、甲殻類) であった。

#### 種別採集個体数と密度

各月に採集された種、およびそれらの個体数と平均密度を Table 3 に示す。5 月は曳網回数 15 回、総曳網面積

15,800 m<sup>2</sup> で、7 種が出現した。5 月は合計で 96 個体、密度は 0.61 個体/100 m<sup>2</sup> で、ダンゴイカ科の 4 個体以外は全て甲殻類であった。上位優占種はエビジャコ科の *P. parvirostris* およびキンセンガニの 2 種で、全個体数の 85% を占めた。8 月は天候不良のため、4 回しか曳網できず、総曳網面積は 2,500 m<sup>2</sup> であった。8 月は 8 種 26 個体が採集され、密度は 1.04 個体/100 m<sup>2</sup> であったが、甲殻類以外は出現しなかった。キンセンガニが最も多く、個体数で全体の 65% を占めた。10 月は曳網回数 18 回、総曳網面積 16,630 m<sup>2</sup> で、甲殻類 14 種 677 個体が採集された。密度は 4.07 個体/100 m<sup>2</sup> で、5 月、8 月よりも高い値を示した。*P. parvirostris*, キンセンガニ, チクゴエビの順に多く、これら 3 種で全個体数の 94% を占めた。

本研究を通じて 799 個体の海産無脊椎動物が採集されたが、その中で優占したのは *P. parvirostris*, キンセンガニ, チクゴエビで、これら 3 種で全個体数の 92% を占めた。

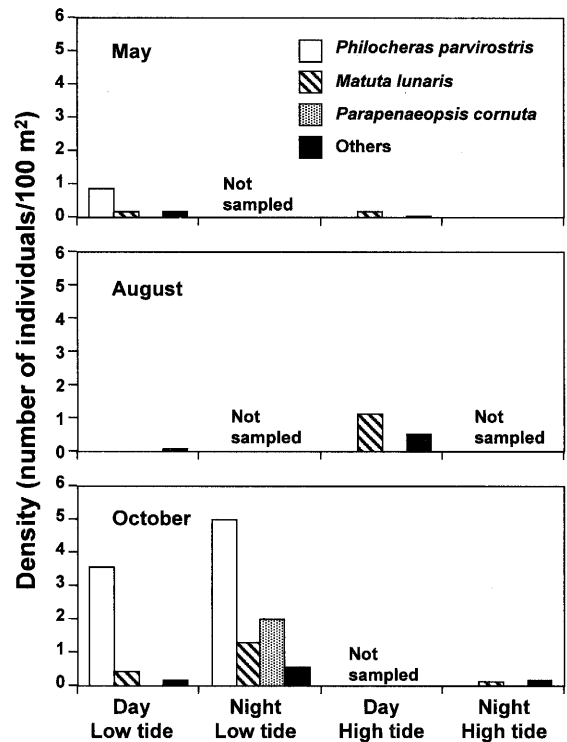
#### 優占種の出現パターン

本研究において優占種となった *P. parvirostris*, キンセ

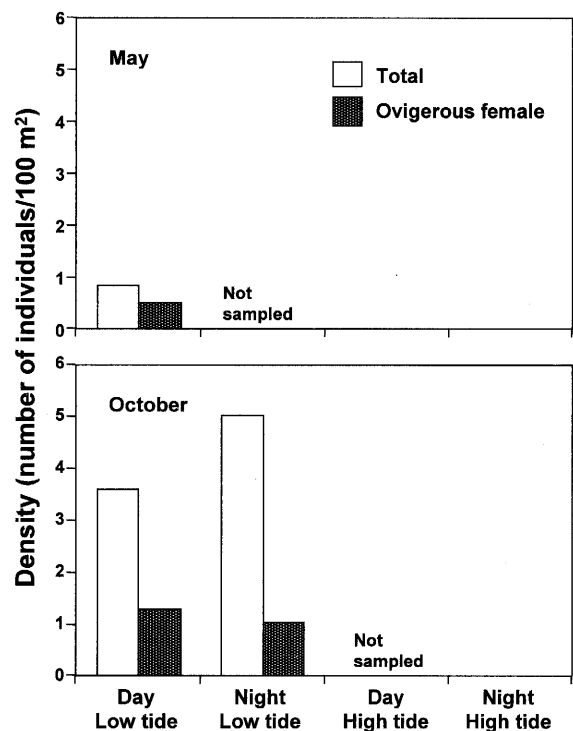
**Table 3** Number of individuals ( $N$ ) and total density for each invertebrate species collected from the nearshore zone of Fukiagehama Beach in each month

Month	Species	$N$	Density ( $N/100\text{ m}^2$ )
May	<i>Philocheras parvirostris</i>	63	0.40
	<i>Matuta lunaris</i>	19	0.12
	Gammaridea gen. sp.	4	0.03
	Sepiolidae gen. sp.	4	0.03
	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	3	0.02
	<i>Crangon uritai</i>	2	0.01
	<i>Gaetice depressus</i>	1	0.01
	Subtotal	96	
August	<i>Matuta lunaris</i>	17	0.68
	<i>Portunus (Portunus) sanguinolentus</i>	3	0.12
	<i>Macrobrachium</i> sp.	1	0.04
	<i>Palaemon macrodactylus</i>	1	0.04
	<i>Philyra pisum</i>	1	0.04
	<i>Helice tridens</i>	1	0.04
	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	1	0.04
	Gammaridea gen. sp.	1	0.04
Subtotal	26		
October	<i>Philocheras parvirostris</i>	482	2.90
	<i>Matuta lunaris</i>	86	0.52
	<i>Parapenaeopsis cornuta</i>	69	0.41
	<i>Lucifer hanseni</i>	9	0.05
	Idoteidae gen. sp.	9	0.05
	Cymothoidae gen. sp.	5	0.03
	<i>Palaemon</i> sp. 1	4	0.02
	<i>Ogyrides orientalis</i>	3	0.02
	<i>Latreutes mucronatus</i>	2	0.01
	<i>Nibonotrypaea harmandi</i>	2	0.01
	Diogenidae gen. sp.	2	0.01
	<i>Hippa truncatifrons</i>	2	0.01
	<i>Palaemon</i> sp. 2	1	0.01
	<i>Palaemon</i> sp. 3	1	0.01
	Subtotal	677	
Total	799		

ンガニ、チクゴエビの3種、およびその他の種について、各月における昼夜潮汐別密度をFig. 3に示す。全体で見ると、夜間の曳網が少ないため昼夜の比較は難しいが、曳網回数の少ない8月を除き、満潮時に比べて干潮時に密度が高かった。*P. parvirostris*は5月と10月に出現し、特に10月に高い密度を示したが、出現したのは干潮時の



**Fig. 3** Average density of *Philocheras parvirostris*, *Matuta lunaris*, *Parapenaeopsis cornuta* and other invertebrate species occurred in the nearshore zone of Fukiagehama Beach at each time of day (day, night) and tide level (low, high) in May, August and October 2000.



**Fig. 4** Average density of *Philocheras parvirostris* occurred in the nearshore zone of Fukiagehama Beach at each time of day (day, night) and tide level (low, high) in May and October 2000.

みであった。一方、キンセンガニは昼夜の干潮時にも満潮時にも出現し、昼夜や潮汐による出現密度の違いは明確ではなかった。月別にみると10月に密度が高かった。チクゴエビは、10月の夜間干潮時にのみ出現した。

最優占種であった*P. parvirostris*について、全体および抱卵個体みの密度をFig. 4に示す。5月は夜間干潮時に曳網を行わなかったため昼夜の比較はできないが、10月の干潮時について昼夜で比較すると、全体の密度は夜間に高く、抱卵個体の密度は昼間にやや高かった。このために、抱卵個体の割合は昼間に有意に高かった ( $\chi^2$ -検定,  $p < 0.001$ )。

*Philocheras parvirostris*の頭胸甲長組成

*P. parvirostris*の月別昼夜別の頭胸甲長組成をFig. 5に示す。なお、本種が出現したのは干潮時のみであった。5月と10月では採集された個体の体サイズに大きな差が認められた。すなわち、5月は頭胸甲長範囲3.0~5.1 mmでモードは4 mm台後半に見られたが、10月の頭胸甲長範囲は1.9~3.8 mmで、2 mm台前半にモードが見られた。抱卵個体の体サイズにも差が見られ、5月の頭胸甲長範囲は4.3~5.1 mm、10月は2.4~3.8 mmであった。

10月の昼間干潮時と夜間干潮時に採集された個体の頭胸甲長組成は有意に異なり、昼間のほうが大きかった

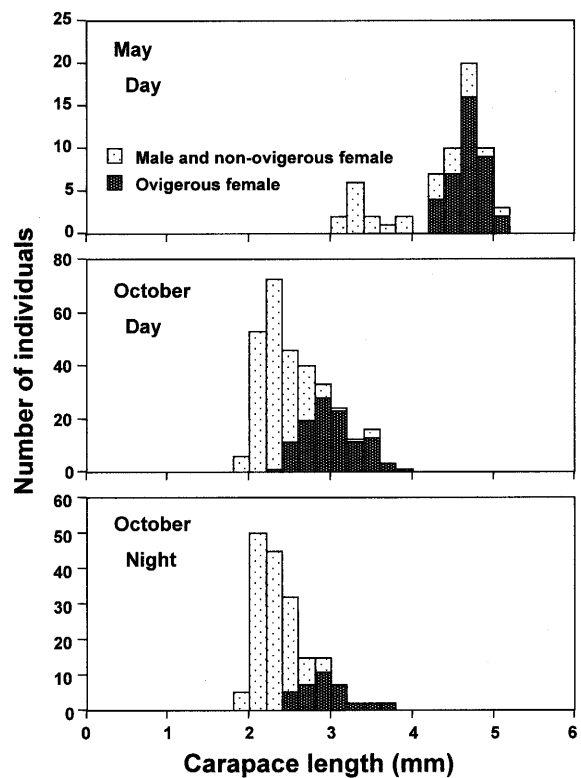


Fig. 5 Length frequency distributions of *Philocheras parvirostris* collected from the nearshore zone of Fukiagehama Beach at low tide in each time of day (day, night) in May and October 2000.

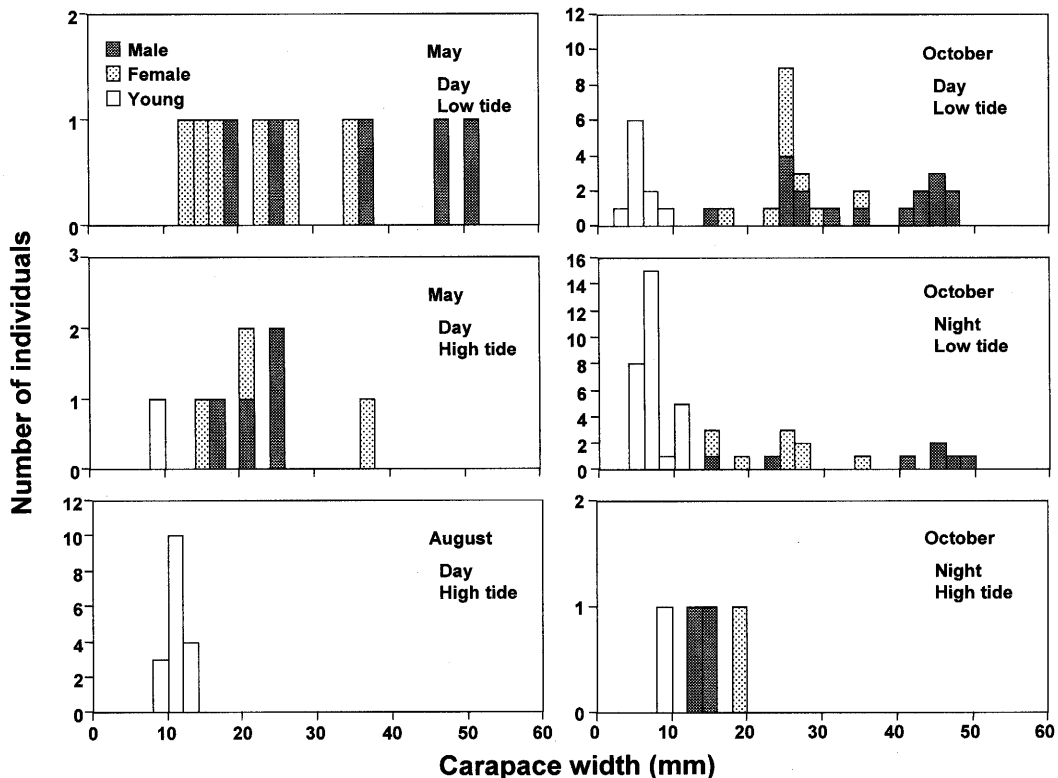


Fig. 6 Length frequency distributions of *Matuta lunaris* collected from the nearshore zone of Fukiagehama Beach at each time of day (day, night) and tide level (low, high) in May, August and October 2000.

( $U$ -検定,  $p < 0.001$ )。これは、上で述べた抱卵個体の割合の有意差に起因すると思われる。

#### キンセンガニの甲幅組成

キンセンガニについては、腹部の幅と生殖孔の位置により雌雄の判別を行い、判別が困難であった甲幅10 mm前後あるいはそれ以下の小型個体は雌雄不明の稚ガニ (Young) とした。最大サイズは、雄で甲幅51.5 mm、雌で36.7 mmであった。雌雄で体サイズを比較したところ、雄のほうが有意に大きかった ( $U$ -検定,  $p < 0.01$ )。

Fig. 6に、本種の月別昼夜潮汐別の甲幅組成を示す。本種は上位優占3種の中で満潮時に出現した唯一の種であるが、満潮時よりも干潮時のほうが広範囲の体サイズの個体が出現する傾向にあった。すなわち、干潮時には甲幅10 mm未満の稚ガニから40 mm以上の大型の雄まで出現したが、満潮時の出現個体のほとんどは甲幅30 mm未満の小型個体であった。次に、干潮時の出現密度について、密度の高かった10月で昼夜における体サイズの比較を行ったところ、昼間のほうが有意に大きかった ( $U$ -検定,  $p < 0.05$ )。

#### チクゴエビの頭胸甲長組成

チクゴエビは10月の夜間干潮時にしか出現しなかったため、その時の雌雄別の頭胸甲長組成をFig. 7に示す。なお、本種については雄性突起の有無により雌雄の判別を行ったが、全ての個体で判別が可能であった。本種の体サイズは頭胸甲長8.3~18.0 mmの範囲で、雌雄による体サイズの違いは見られなかった ( $F$ -検定,  $p = 0.376$ ; スチューデントの $t$ -検定,  $p = 0.879$ )。

### 考 察

本研究において、吹上浜南部の近岸帯で5, 8, 10月に計37回の曳網を行い、16科24種799個体の海産無脊椎動物が採集された。そのうち15科23種795個体が甲殻類で、特に*P. parvirostris*、キンセンガニ、チクゴエビが優占し、これら3種で全個体数の9割以上を占めた。本研究と同一の採集方法により、同期間に採集された魚類は27科39種26,199個体であった<sup>11)</sup>。この結果と本研究の結果をあわせて考えると、吹上浜の近岸帯では魚類に比べて無脊椎動物の種数が少なく、密度も顕著に低いといえる。しかしながら、魚類と無脊椎動物との間で、生活様式の違いに起因するvulnerability (獲られ易さ) の差異が見られる可能性があるため、比較は困難である。

*P. parvirostris*については、Jagadisha<sup>13)</sup>による幼生の形

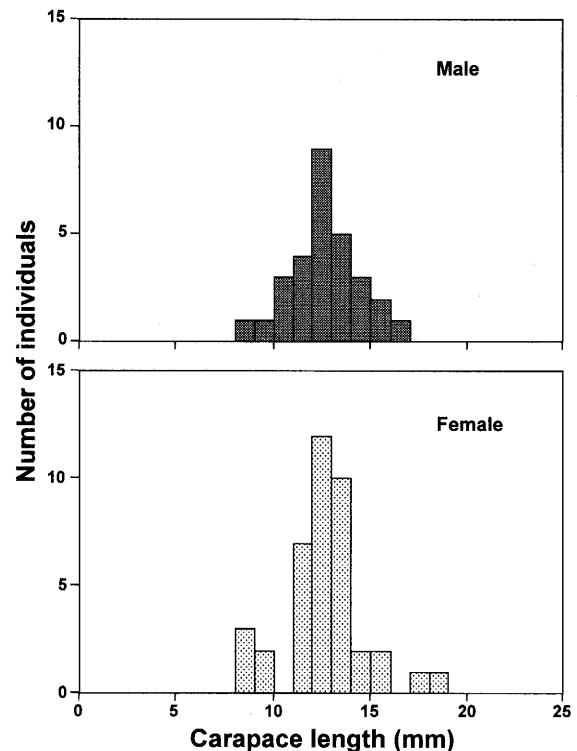


Fig. 7 Length frequency distributions of male and female *Parapenaeopsis cornuta* collected from the nearshore zone of Fukiagehama Beach at low tide in the night in October 2000.

態の記載が見られる他は生態に関する知見が極めて乏しい。本種は若狭湾に多数棲息することが報告されているが<sup>14)</sup>、吹上浜でも多数棲息し、優占種の一つであることがわかった。ただし、干潮時にしか出現しなかったことより、潮間帯下部あるいはより沖側に多く分布すると考えられる。本種は、5月と10月で体サイズ組成や抱卵個体の体サイズに大きな差が見られた。すなわち、5月は頭胸甲長3 mm以上の大型個体が出現し、抱卵個体も4 mm以上であったが、10月に採集された個体は頭胸甲長4 mm未満、抱卵個体は3 mm前後であった。エビジャコ科では、*Crangon cassiope*<sup>14)</sup> やウリタエビジャコ*C. uritai* (大富ほか、未発表) で短期世代と長期世代の存在やそれに伴う抱卵個体の体サイズの季節による違いが確認されている。本種の生態学的特性については未だ不明な点が多いが、今回見られた体サイズの差は、世代の長さの異なる複数の群の存在に起因する可能性がある。

キンセンガニは、潮汐により近岸帯に出現する個体の体サイズ範囲に違いが見られた。すなわち、満潮時に出現する個体は甲幅30 mm未満のものが多く、汀線がより沖側に位置する干潮時には、より大型の個体も出現した。これらより、本種は成長に伴って沖方向に移動すると考えられる。なお、稚ガニは潮間帯付近に幅広く分布する

と思われるが、潮の干満により汀線の位置とともに移動している可能性も捨てきれない。今後は潮汐による日周的な移動の有無を調べる必要がある。本種について雌雄で体サイズを比較したところ、性的二形が見られ、雌よりも雄のほうが有意に大きかった。本種は雄のほうが雌よりも成長が良く、成熟サイズも雄のほうが大きい<sup>15,16)</sup>。したがって、雌雄の体サイズの違いは、雌雄の成長差によるものと思われる。

チクゴエビは、10月の夜間干潮時にしか出現しなかった。池末<sup>17)</sup>によると、有明海で11~12月に出現する頭胸甲長11~19 mmの個体はその年の産卵期(6~9月)に生まれたものである。したがって、今回吹上浜で採集された同サイズの個体は全て当歳の幼稚体と考えて良からう。5, 8, 10月に採集を行った結果、10月にしか出現しなかったこと、および全ての個体が頭胸甲長20 mm未満の幼稚体であったことより、本種は着底後のある期間、成育場として吹上浜の近岸帯を利用した後、生後1年以内に沖に移動するのではないかと考えられる。さらに、本種は夜間にしか入網しなかったことから、このような体サイズの幼稚体であっても夜行性を示すものと思われる。本種は有明海を中心とする限られた海域からの記録しかないが<sup>18)</sup>、外洋に面した吹上浜に出現したことは、本種の分布域とその環境特性を調べる上で大変興味深い事実である。

干潟や岩礁に比べると、砂浜海岸における生物相や生態に関する研究は遅れている。その上、物理的環境に関する研究も十分とはいえない。砂浜海岸は露出度や地形的動態等によりいくつかの分類方法が提唱されている<sup>1)</sup>。吹上浜は、露出度に基づくBrown and McLachlanの分類<sup>19)</sup>では露出度が中から強に当たり、地形的な開き方に基づく時岡ほかの分類<sup>20)</sup>では開放的な海岸に該当する。さらに、Short and Wrightの砂浜タイプの分類基準<sup>21)</sup>によると、干潮台あるいはリッジとラネルが出現する中間型に該当する。しかしながら、海岸地形は定常的なものではない。吹上浜における最大大潮時の潮位差は3 m以上にも達し、高潮時と低潮時では汀線の位置が最大で100 m程度移動する。そのため、高潮時には近岸帯の傾斜は急で反射型の様相を呈するが、低潮時には勾配が緩やかになり逸散型の環境となる<sup>11)</sup>。

将来的には、吹上浜における生物の種組成、分布と出現、食物連鎖、各種の生活史と物理的環境要因との因果関係を明らかにしていきたい。特に、水産上の有用種を含む種間の捕食-被食関係の解明は重要な課題といえよう。しかしながら、砂浜海岸では生物のみならず地形等の物理的要因についても規定は難しく、非定常的である

ことを考慮した上での解析が望まれる。

## 謝 辞

本研究の遂行に当たり、甲殻類の種の同定において多大なご協力をいただいた韓国釜慶大学の金正年博士、千葉県立中央博物館の朝倉彰博士に心から感謝する。また、現場調査の実施に当たりお世話になった加世田市漁業協同組合、金峰町企画建設課、加世田警察署、鹿児島県水産振興課、鹿児島県環境保護課、さらには標本採集にご協力いただいた鹿児島大学水産学部資源育成科学講座、水産大学校海洋生産管理学科資源環境計画学講座、水産大学校水産情報経営学科数理科学講座の学部学生、大学院生諸氏にお礼申し上げる。

## 文 献

- 1) 須田有輔 (2002). 砂浜の生態と保全, “水産環境の科学” (早川康博, 安田秀一編著), 成山堂, 東京, pp. 108-129.
- 2) 木下 泉 (1984). 土佐湾の砕波帯における稚仔魚の出現. *海洋と生物*, **35**: 409-415.
- 3) Kinoshita, I. (1993). 砂浜海岸砕波帯に出現するヘダイ亜科稚仔魚の生態学的研究. *Bull. Mar. Sci. Fish., Kochi Univ.*, **13**: 21-99.
- 4) Senta, T. and I. Kinoshita (1985). Larval and juvenile fishes occurring in surf zones of western Japan. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, **114**: 609-618.
- 5) Senta, T., M. Husni, Amarullar, and M. Yasuda (1988). Invitation to the study of juvenile fishes occurring in surf zones, in “Proceedings of Symposium on Development of Marine Resources and International Cooperation in the Yellow Sea and the East China Sea” (ed. by T. B. Go). Marine Research Institute, Cheju National University, Cheju, pp. 131-146.
- 6) Gomyoh, M., Y. Suda, M. Nakagawa, T. Otsuki, J. Higano, K. Adachi, and K. Kimoto (1994). A study of sandy beach surf zone as nursery grounds for marine organisms. *Proceedings of the International Conference on Hydro Construction, HYDROPORT '94*, 977-986.
- 7) 須田有輔, 五明美智男 (1995). 砂浜海岸砕波帯における魚類稚仔分布と物理環境. *水産工学研究集録*, **1**: 39-52.
- 8) Suda, Y., T. Inoue, and H. Uchida (2002). Fish communities in the surf zone of a protected sandy beach at Doigahama, Yamaguchi Prefecture, Japan. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **55**: 81-96.
- 9) Suda, Y., T. Inoue, M. Nakamura, N. Masuda, H. Doi, and T. Murai (2004). Nearshore ichthyofauna in the intermediate sandy beach, Doigahama Beach, Yamaguchi Prefecture, Japan. *J. Natl. Fish. Univ.*, **52**: 11-29.

- 10) 大富 潤 (2004). 吹上浜, “かごしま海の研究室だより”. 南日本新聞社, 鹿児島, pp. 104-106.
- 11) 中根幸則, 須田有輔, 大富 潤, 早川康博, 村井武四 (2005). 中間型砂浜である鹿児島県吹上浜の近岸帯における魚類相. 水産大学校研究報告, **53**: 57-70.
- 12) Asakura, A. and S. Watanabe (2005). *Hemigrapsus takanoi*, new species, a sibling species of the common Japanese intertidal crab *H. penicillatus* (Decapoda: Brachyura: Grapsoidea). *J. Crust. Biol.*, **25**: 279-292.
- 13) Jagadisha, K. (2000). Development of a crangonid shrimp *Philocheiras parvirostris* from Karwar, west coast of India, in the laboratory, in “The Biodiversity Crisis and Crustacea” (ed. by J. C. Von Vaupel Klein and F. R. Schram). Crustacean Issues 12, Rotterdam, pp. 577-585.
- 14) 森 純太 (1998). 捕食者としてのエビジャコの生態, “砂浜海岸における仔稚魚の生物学” (千田哲資, 木下 泉編). 恒星社厚生閣, 東京. pp. 65-77.
- 15) Bellwood, D. R. and O. S. Perez (1989). Sexual differences in the absolute growth of the Indo-Pacific sandy shore crab *Matuta lunaris*. *J. Zool.*, **128**: 603-608.
- 16) Perez, O. S. (1990). Reproductive biology of the sandy shore crab *Matuta lunaris* (Brachyura: Calappidae). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **59**: 83-89.
- 17) 池末 弥 (1963). 有明海におけるエビ・アミ類の生活史・生態に関する研究. 西水研報, **30**: 1-124.
- 18) 林 健一 (1992). “日本産エビ類の分類と生態 I. 根鰓亜目 (クルマエビ上科・サクラエビ上科)”. 生物研究社, 東京, pp. 1-300.
- 19) Brown, A. C. and A. McLachlan (1990). “Ecology of sandy shores”. Elsevier, Amsterdam, pp. 1-328.
- 20) 時岡 隆, 原田英司, 西村三郎 (1972). “海の生態学”. 築地書館, 東京, pp. 1-317.
- 21) Short, A. D. and L. D. Wright (1983). Physical variability of sandy beaches, “Developments in Hydrobiology 19” (ed. by A. McLachlan and T. Erasmus). Dr. W. Junk Publishers, Hague, pp. 133-144.