

研究ノート

高知県下の砂浜海岸におけるスナガニ類 (スナガニ属、スナガニ亜科、スナガニ科、短尾亜目) の出現

高木真成¹⁾・藤本竜平¹⁾・早稲田沙織²⁾・斉藤知己^{1), 3)*}

要旨

本研究は、高知県下の砂浜海岸で生息が確認されているスナガニ属 (*Ocyropoda*) の主な3種、スナガニ (*O. stimpsoni*)、ツノメガニ (*O. ceratophthalma*) およびナンヨウスナガニ (*O. sinensis*) の分布、出現、消長およびそれらの季節変化の実態を把握することを目的とした。調査区は高知県の西部から東部にかけて3地域から3調査区ずつ計9区 (西部: 入野海岸1-3区; 中部: 仁ノ海岸、UMBI前の浜、向萩の浜; 東部: 生見海岸1-3区) を設定し、2016年4月から2017年1月にかけて西部では季節ごとに一度、中部・東部では毎月一度、調査区内のスナガニ類の巣穴の数を計数するとともにカニ類を採取し、種、性、サイズ等を記録した。その結果、ツノメガニとナンヨウスナガニは全調査区で確認されたが、スナガニは西部と中部において出現頻度が著しく低く、かつ調査期間を通じて東部では全く得られなかった。また、ツノメガニとナンヨウスナガニはほぼ全ての区で新規加入した小型個体が確認されたが、スナガニの小型個体は一切みられなかった。2001年に西部の入野海岸で行われた調査と比較して、2016年の調査ではスナガニ類3種の種組成は変わらなかったものの、ツノメガニがより早期から出現し、かつ春季より大型個体が採取されたことから本種には越冬個体があることが推察された。

キーワード: スナガニ、ツノメガニ、ナンヨウスナガニ、分布、越冬

陸と海の狭間にあって多様な生物のハビタットが重複する砂浜海岸の利用について、近年、環境保全という視点からの見直しがされている。砂浜海岸の環境に与える人為的な影響を評価するための指標生物としてスナガニ属 (*Ocyropoda*) のカニ類に研究者の関心が寄せられ、スナガニ類の密度と、砂浜の観光利用や車両乗り入れの頻度、さらには海岸侵食や開発の程度に負の相関があることなどが報告されている (Barros 2001、Lucrezi et al. 2009、和田 2009、Schlachter et al. 2011、和田 2017c)。

四国太平洋側の砂浜海岸に出現するスナガニ属は主にスナガニ (*O. stimpsoni*)、ナンヨウスナガニ (*O. sinensis*) およびツノメガニの3種である (真野ら 2008)。このうちスナガニが国内では北海道から本州、四国、九州、国外では朝鮮半島から中国まで分布する温帯性種とされている。一方、ツノメガニは

日本を含むハワイからオーストラリア、紅海、アフリカ半島東岸・南岸まで、ナンヨウスナガニは日本、中国、香港、台湾、マレー半島、フィリピン、インドまで分布するとされ、両種とも亜熱帯・熱帯性として位置づけられている (酒井 1976、Dai et al. 1985、和田 1995、峯水 2000、岸野ら 2001、淀ら 2006、Sakai and Türkay 2013、坂井・又多 2016、佐々木 2016、和田 2017a、五嶋 2017)。ツノメガニの幼体とみられる個体は1970年代に既に本州中部地方でも確認されていたが (渡部 1976)、近年は渡部・伊藤 (2001) を皮切りにツノメガニとナンヨウスナガニの分布の北方への拡大に関する報告が相次いでいる (淀ら 2006、高田・和田 2011、武田ら 2011、久保田 2012a、b、宇野ら 2012、渡部ら 2012、和田・和田 2015、和田ら 2015、締次 2017、和田 2017a、若林 2017)。その一方で近畿地方ではスナガニの生息地および生息数の減少が報告されている (淀ら 2006、渡部ら 2012)。

スナガニは現在、9つの府県のレッドリストに掲載されている。本種を環境省レッドリストの準絶滅危惧種 (NT) に相当するランクに指定しているのが山形県、大阪府、広島県、愛媛県および長崎県で

2018年1月11日受領; 2018年2月20日受理

1) 高知大学理学部生物科学コース海洋動物学研究室
〒781-1164 高知県土佐市宇佐町井尻194

2) 高知大学理学部生物科学コース理論生物学研究室
〒780-8520 高知県高知市曙町2-5-1

3) 高知大学総合研究センター海洋生物研究教育施設
〒781-1164 高知県土佐市宇佐町井尻194

* 連絡責任者 e-mail address: t-saito@kochi-u.ac.jp

(山形県 2003、長崎県レッドデータブック編集委員会・長崎県環境部自然環境課 2011、レッドデータブックひろしま改訂検討委員会 2011、愛媛県レッドデータブック改訂委員会 2014、環境省自然環境局野生生物課希少種保全推進室 2014、大阪府生物多様性ネットワーク 2014)、同様に絶滅危惧II類 (VU) 相当のランクに指定しているのが宮城県、兵庫県 (独自区分でBランク)、熊本県および宮崎県 (独自区分でNT-g) である (宮崎県版レッドデータブック改定検討委員会 2010、兵庫県 2014、熊本県 2014、宮城県環境生活部自然保護課 2016)。高知県ではスナガニはレッドリストに挙げられていないが (高知県レッドデータブック [動物編] 編集委員会 2002)、真野ら (2008) による県西部の入野海岸における調査では、ツノメガニとナンヨウスナガニに比べて本種の個体数は少なく、元々の加入資源量が少ないことが示唆されている。

高知県東部にある生見海岸は環境省レッドリスト 2017で絶滅危惧IB類に指定されるアカウミガメ (*Caretta caretta*, <http://www.env.go.jp/press/files/jp/105449.pdf>, 2017年12月18日閲覧) の産卵地として知られ、地域の保全活動従事者により卵の保護活動が行われている。しかし、近年、獣害を防除するために柵を施した本種の産卵巣にツノメガニが侵入する事例が報告された (小牧ら 2016)。熱帯地方ではツノメガニがアオウミガメ (*Chelonia mydas*) の卵や孵化幼体を捕食することが知られていたが (John 1998)、アカウミガメはウミガメ類で唯一、温帯域の砂浜海岸で産卵を行う種であり (Pritchard 1997)、これまで日本ではツノメガニによるアカウミガメ卵の被害は報告されたことがな

かった。よって、この事例は、南方系種すなわち亜熱帯・熱帯性種の北進によって温帯性種との間に新たに生じた相互関係と考えられた。

このような背景のもと高知県レッドデータブック [動物編] の改訂事業が始まり、真野ら (2008) の調査および同初版 (高知県レッドデータブック [動物編] 編集委員会 2002) の根拠となる調査が行われた当時と比較し、県下の沿岸環境における生物相と生態系の現況を把握する必要に迫られた。本研究では、高知県の西部から東部の3地域計9調査区の海岸 (Fig. 1) において、スナガニ属3種の分布、出現、消長およびそれらの季節変化の実態を明らかにするとともに、生息密度に影響する要因について考察することを目的とした。

材料と方法

本研究を行うにあたり、高知県の西部、中部および東部の3地域から3調査区ずつ計9調査区 (西部: 入野海岸1-3区; 中部: 仁ノ海岸、UMBI (高知大学海洋生物研究教育施設, Usa Marine Biological Institute, Kochi University) 前の浜、向萩の浜; 東部: 生見海岸1-3区) を独自に設定した (Fig. 1)。2016年5月から12月まで県西部の入野海岸3区、中部の向萩の浜、東部の生見海岸1区にて、真野ら (2008) が测温した場所と同様に、後浜 (backshore) と砂丘 (dune) の境界部付近 (Brown and McLachlan 1990、加藤 1999、須田・早川 2002) の地下40 cm に温度ロガー (TidbiT V2、Onset社) を埋設して砂中温 (sand temperature) を1時間ごとに記録し、月間最高・最低・平均値を算出した。現地でのスナガニ類の観察、採集および環境調査は2016年4月から2017年1月まで、西部では季節ごとに一度、中部と東部では各月に一度、大潮の前後数日以内に実施した。砂浜の長さ (whole length, m) はGoogle Earth Pro (2017 Google Inc.) の距離測定機能を用いて算出した。各調査区の緯度 (latitude) と経度 (longitude) は十進法で表記した。毎回、各調査区につき一つ、満潮時汀線を起点として砂丘の最上部まで砂面に横幅10 mで2本の線を引いてトランセクトを設定し、奥行き (depth, m) をメジャー (カウントメジャーE20-S、シンワ測定株式会社) により計測して調査面積 (area, m²) をもとめた。さらに、オートレベル (AC-2s、Nikon・トリンプル社)

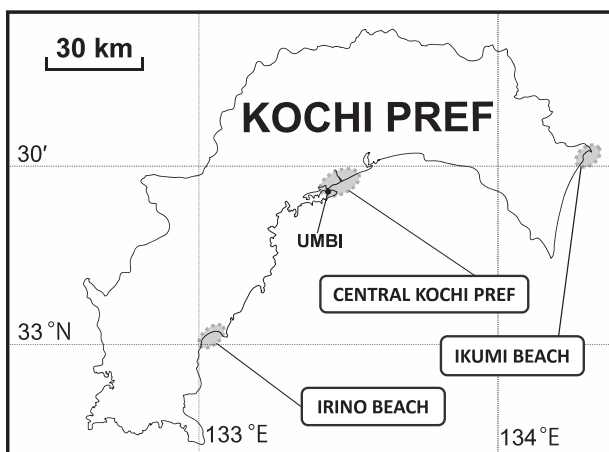


Fig. 1. Study sites.

を用いてスタジア測量を行い、作成した各トランセクトの地形断面図をもとに、起点から最上部までの地盤高さおよび角度 (slope、°) を算出した。その後、トランセクト内のスナガニ類の巣穴の数を計数してその密度 (density of crab burrows, number · 100 m⁻²) をもとめた。その際、宇野ら (2012) にならない、巣穴の開口部の直径が1 cm以下のものは、同所的に生息する他種が作った可能性があるとして除外した。

本調査期間中に一度、各調査区の砂丘と後浜の境界部で砂の標本を200 g程度採取してUMBIに持ち帰り、地盤工学会 (2010) に従って所定の含水比に調整した後、0.2 mm未満、0.2–0.5 mm、0.5–1 mm、1–2 mm、2–4 mm、4 mm以上の6階級にふるい分けて粒度組成を分析し、砂の中央粒径 (D₅₀, mm) をもとめた (Folk 1974)。同時に亀崎ほか (1992) に従って平均粒度を表す指標として次の式から各区の砂の粒径指数 (sand particle index) をもとめた。

粒径指数 = 0.1 a + 0.2 b + 0.5 c + d + 2 e + 4 f
ただし、aは0.2 mm未満の砂の百分率、bは0.2–0.5 mmの砂の百分率、cは0.5–1 mmの砂の百分率、dは1–2 mmの砂の百分率、eは2–4 mmの砂の百分率、fは4 mm以上の砂の百分率を表す。各調査区の土壌硬度 (sand softness, kg · cm⁻²) は、土壌硬度計 (山中式標準型 No. 351、藤原製作所) を用い、現地にて砂丘と後浜の境界部付近の3点で指標硬度

(mm) を測定した平均値から換算した。各調査区における環境データとスナガニ類の巣穴密度はTable 1に示した。

スナガニ類標本の採集は、スコップ等を用いた手掘りやペットボトルを加工して作ったピットフォールトラップにより、各調査回に各調査地域で40個体を上限として行った。採取した標本は現地にて5%中性ホルマリン水溶液で固定した後、UMBIに持ち帰り、実体顕微鏡下 (SMZ800、Nikon) で種の同定と性の判別を行い、甲幅 (carapace width, mm CW) をノギスで測定した。スナガニとツノメガニは大鉗脚内面に顆粒列を有することによりナンヨウスナガニとミナミスナガニ (*O. cordimanus*) から区別した。スナガニでは大鉗脚内面の顆粒が同形かつ等間隔に並ぶこと、対してツノメガニではその顆粒列が上部において間隔が広がっていること、さらに、前者では尾節が半円上で横に長いものに対し、後者では縦に長い三角形を呈することで両者を区別した。ナンヨウスナガニは眼窩下縁に切れ込みがなく、ミナミスナガニはそれを有することで区別でき、さらに、雄の腹節幅はナンヨウスナガニでミナミスナガニのそれより広く、尾節は前者で丸みを帯びた半円状であるのに対し、後者では先端が三角形であることで区別できるとされる (酒井 1976、渡部 1976、Dai et al. 1985、Huang et al. 1998、豊田・関 2014、渡部 2014)。なお、本調査において既存の文献情報からミナミスナガニと同定できる個体はみられなかつ

Table 1. Environmental characteristics and densities of crab burrows.

	Irinobeach			Central Kochi Pref.			Ikumi Beach		
	1st site	2nd site	3rd site	Kohgi-no-hama Beach	Beach in front of UMBI	Nino Beach	1st site	2nd site	3rd site
Latitude	33.016	33.021	33.033	33.434	33.439	33.465	33.522	33.528	33.531
Longitude	133.011	133.016	133.028	133.449	133.442	133.494	134.283	134.284	134.284
Whole length (m)	3000	3000	3000	350	250	2500	1000	1000	1000
Total research area (m ²)	1364	2168	4741	2951.2	1233.2	3117	6482.4	2539	5923
Depth (mean, m)	45.5	72.3	158.0	42.2	17.6	44.5	81.0	31.7	74.0
Slope (°)	0.93	2.69	2.68	4.19	3.14	5.46	1.02	1.30	1.57
Sand particle size (D ₅₀) (mm)	0.20 >	0.20 >	0.20 >	0.28	0.31	0.37	0.20 >	0.20 >	0.20 >
Sand particle index	15.9	14.4	10.3	19.0	23.7	29.9	13.0	11.5	11.4
Soil hardness (kg · cm ⁻²)	0.35	0.72	0.60	0.48	0.63	0.46	0.51	0.43	0.43
Density of <i>O. stimpsoni</i> burrows (number · 100 m ⁻²)	0.9	0.3	0	2.3	0	0.3	0	0	0
Density of <i>O. ceratophthalma</i> burrows (number · 100 m ⁻²)	5.0	3.0	2.2	5.8	0.8	0.9	2.9	7.1	5.4
Density of <i>O. sinensis</i> burrows (number · 100 m ⁻²)	0	0.3	1.6	0.9	0.9	9.1	5.4	4.7	9.2

た。各調査地域におけるスナガニ類の種、性およびサイズはTable 2に示した。

スナガニ類の分布の違いに影響する環境要因の分析は、各調査区における種別巣穴密度（種別平均出現頻度×平均巣穴密度）を目的変数とし、経度、浜の長さ、浜の奥行、浜の角度、粒径指数の5つのデータを説明変数として重回帰分析(ステップワイズ法)を行った。多重共線性の問題を避けるために、各説

明変数間の相関関係を調べた結果、説明変数間には有意な相関は確認されなかった（Spearmanの順位相関係数、 $N = 10$ 、全て $R < |0.65|$ 、 $P > 0.05$ ）。統計解析ソフトはExcel Statistics 2012 software package for Windows (SSRI, Tokyo)を使用した。

Table 2. Size and sex of the crabs of the genus *Ocypode* collected in the present study.

	Irino Beach	Central Kochi Pref.	Ikumi Beach	Total
<i>O. stimpsoni</i>				
Female				
N	4	8	-	12
CW (mm, range)	14.7-29.5	23.0-31.2	-	14.7-31.2
CW (mm, mean ± SD)	20.9 ± 7.1	26.7 ± 2.7	-	24.8 ± 5.2
Male				
N	1	6	-	7
CW (mm, range)	15.2	18.1-23.5	-	15.2-23.5
CW (mm, mean ± SD)	15.2	21.4 ± 2.1	-	20.5 ± 3.0
Unknown				
N	-	-	-	-
CW (mm, range)	-	-	-	-
CW (mm, mean ± SD)	-	-	-	-
<i>O. ceratophthalma</i>				
Female				
N	22	20	20	62
CW (mm, range)	9.2-26.5	9.4-23.5	10.1-26.8	9.2-26.8
CW (mm, mean ± SD)	15.7 ± 3.9	17.4 ± 4.4	17.7 ± 5.3	16.9 ± 4.6
Male				
N	19	28	38	85
CW (mm, range)	10.2-34.1	10.5-27.8	7.0-26.1	7.0-34.1
CW (mm, mean ± SD)	17.4 ± 7.6	17.0 ± 5.6	16.0 ± 5.2	16.6 ± 5.9
Unknown				
N	4	5	31	40
CW (mm, range)	6.7-9.3	8.1-8.8	5.8-9.8	5.8-9.8
CW (mm, mean ± SD)	8.5 ± 3.9	8.7 ± 0.7	7.5 ± 1.7	7.8 ± 2.0
<i>O. sinensis</i>				
Female				
N	5	24	42	71
CW (mm, range)	13.3-25.4	10.1-23.6	7.1-24.8	7.1-25.4
CW (mm, mean ± SD)	19.9 ± 5.4	17.1 ± 3.7	13.8 ± 4.8	15.3 ± 4.8
Male				
N	5	19	46	70
CW (mm, range)	7.9-21.0	10.3-21.9	6.7-22.2	6.7-22.2
CW (mm, mean ± SD)	15.5 ± 5.0	16.1 ± 2.8	13.1 ± 3.7	14.1 ± 3.8
Unknown				
N	-	11	37	48
CW (mm, range)	-	5.0-9.4	6.3-9.7	5.0-9.7
CW (mm, mean ± SD)	-	8.1 ± 1.4	7.7 ± 1.0	7.8 ± 1.1

結果と考察

砂中温度および巣穴密度の季節変化

高知県西部の入野海岸および中部の砂中温は、5月（入野：22.2–24.9°C、中部：22.2–26.9°C）より夏季に向けて上昇し、最低・最高温度ともに8月にピークに達した（入野：27.2–33.8°C、中部：28.4–33.2°C）（Fig. 2）。それ以降は低下し、11月に最低温度17.7°C、最高温度24.6°Cとなった。一方、東部の生見海岸では、砂中温度は5月（21.0–26.1°C）より最低・最高温度ともに夏季に向けて上昇し、最高温度のピークは7月に34.2°Cとなったが、最低温度のピークは8月に27.8°Cを記録した。それ以降は低下し、11月に9.5–24.3°Cとなった。

入野海岸では、1区の巣穴密度は5月に最小値0.4個/100 m²から8月にピークの16.9個/100 m²に達したものの、11月には11.1個/100 m²に低下した。2区および3区の巣穴密度は5月に最小値0.2–0.4個/100 m²から上昇して11月に最大値に達し、7.4–8.1個/100 m²となった（Fig. 2）。県中部での巣穴密度は5月に仁ノ海岸およびUMBI前の浜で等しく0.9個/100 m²、向萩の浜で0.2個/100 m²を記録したが、9月にUMBI前の浜（3.9個/100 m²）を除いて最大値（仁ノ：40.1個/100 m²、向萩：45.5個/100 m²）に達し、その後、11月に低下した（仁ノ：11.5個/100 m²、向萩：2.6個/100 m²）。UMBI前の浜は調査期間を通じて巣穴密度が低く、季節変化に乏しかったが、11月に最

大値5.6個/100 m²に達した。生見海岸の巣穴密度は、区間で同様の季節変化を示して5月に0.3–0.6個/100 m²程度であったが8月に向けて18.0–39.3個/100 m²に上昇し、9月に11.2–20.1個/100 m²に減少したが、10月に再び上昇し（20.3–57.0個/100 m²）、この時、3区の値は本調査における最高値57.0個/100 m²を示し、その後は全ての区で低下した。

真野ら（2008）の研究では入野海岸でのスナガニ類の活動個体数のピークは9月とされており、本調査でも中部のスナガニ類の巣穴密度のデータからそのピークは9月であったことが推察される。一方、生見海岸での9月の調査において巣穴密度が低下したが、これは調査前日に雨が降ったことで巣穴が一時的に埋没したことが原因と考えられる。

種組成の季節変化

スナガニは入野海岸1区、中部の仁ノ海岸と向萩の浜で計19個体（14.7–31.2 mm CW）が採集されたが、14.6 mm CW以下の個体は全く得られなかった（Table 2）。また、生見海岸では調査期間を通じてスナガニは確認されなかった。ツノメガニは全地域から計187個体（6.7–34.1 mm CW）が、ナンヨウスナガニは全地域から計189個体（7.9–35.4 mm CW）が採集された。

種組成には各調査地域で季節変化が認められた（Fig. 3）。入野海岸では他の調査地域に比べて最も早い5月からツノメガニが確認された。調査期間

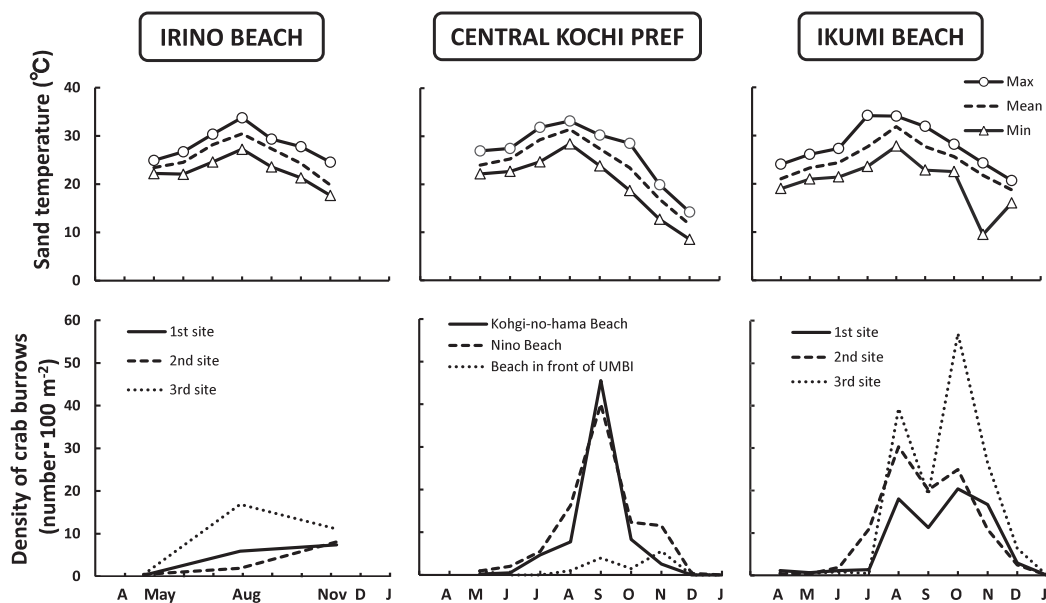


Fig. 2. Annual fluctuations of sand temperatures (°C) and densities of crab burrows (number·100 m⁻²).

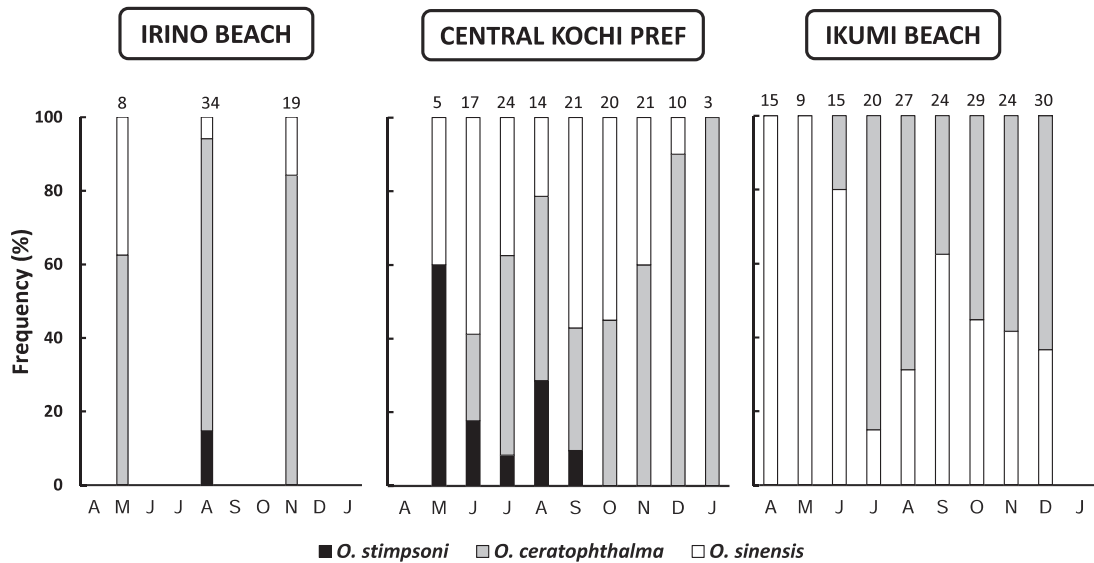


Fig. 3. Monthly and seasonal change of species composition of crabs in 2016-2017. The numbers above bars indicate sample number.

を通じて全体に占めるツノメガニの割合に著しい変化は認められなかった。中部では5月にスナガニとナンヨウスナガニが、ツノメガニは6月から確認された。スナガニはツノメガニが確認される6月から割合が低下し、10月には確認されなかった。ナンヨウスナガニの割合は5月から11月まで20-60%であったが、12月に著しく低下して10%程度となり、1月には全くみられなくなった。生見海岸では4月および5月はナンヨウスナガニのみ確認されたが、6月からはツノメガニが出現し、7月以降、9月を除いて12月までツノメガニが優占した。

今回、中部と生見海岸でツノメガニが確認されたのは6月以降であったのに対し、入野海岸では5月に確認された (Fig. 3)。2001年に入野海岸でツノメガニが確認され始めたのは7月である (真野ら2008)。これは真野ら (2008) が調査を行った2001年と2016年の砂中温の違いに起因すると考えられる。5-10月の最高温度を比べると、2001年に24.0-38.9°C、2016年に24.2-30.4°Cで、2001年の方が高かった。また、2001年11月には最高温度20.0°Cを示しており、初めて2016年11月の24.5°Cを下回った。しかし、最低温度は2001年に15.0-25.0°Cを示し、9月以外の月では2016年の17.7-27.2°Cを下回っていた。2001年にツノメガニが採れ始めたのは砂中温の最低温度が20°Cを上回った7月からである。一方、2016年の最低温度は調査を開始した5月から20°Cを上回っていた。これらより、ツノメガニは砂中温

20°C前後で活動を開始すると考えられる。本調査で中部では砂中温が5月から20°Cを上回っているにも関わらずツノメガニが採取されなかったが、この場合は砂中温の上昇以前に、ツノメガニの越冬個体が無かったことなどが考えられる。

各種甲幅組成の季節変化

スナガニ 入野海岸では8月に10-30 mm CWのサイズのスナガニが確認されたが、15-20 mm CWで最頻値を示した (Fig. 4)。一方、中部では本種の体サイズに明瞭な季節変化は確認できなかったが、5月から25-30 mm CWの個体がみられた。

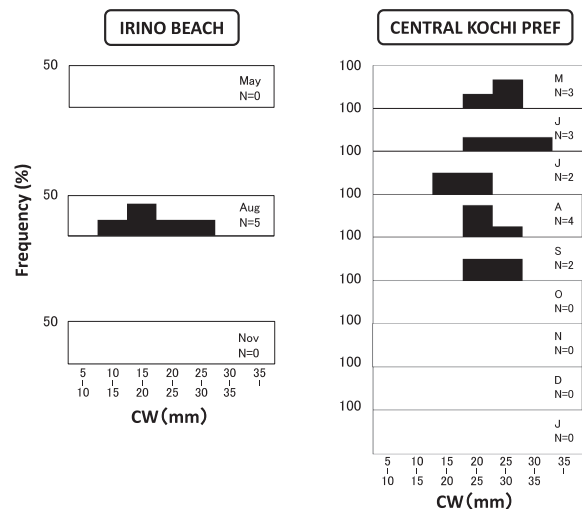


Fig. 4. Monthly and seasonal changes of size (CW) compositions of *Ocypode stimpsoni* in 2 areas in 2016.

スナガニの大型個体は中部では5月から、入野海岸では8月から確認されたため両地域で確実に越冬していると考えられる。本調査でのスナガニの最大個体は2016年6月28日に向萩の浜で発見された雌(31.2 mm CW)であった。しかし、他の2種に比べ、確認できた個体数が著しく少なく、小型個体が全く得られなかったことから、本種の新規加入は著しく少ないと推察される。

ツノメガニ 入野海岸では各月にツノメガニの5-10 mm CWの個体の加入がみられ、8月は10-15 mm CW、11月は15-20 mm CWに最頻値が確認され、それ以上の個体が占める割合が増加した(Fig. 5)。中部では10 mm CW以下の個体は6-7月および10月にわずかに確認された。また6-7月に確認されたのは5-15 mm CWの個体であったが、8月以降は15 mm CW以上の個体がみられ、12月以降は15 mm CW以上の個体のみとなった。生見海岸では7月まで5-10 mm CWの個体が高い割合を占めたが、8月以降は10 mm CW以上の個体が多くなり、10月以降は25-30 mm CWの個体も確認された。

ツノメガニの雄は27 mm CW以上で成熟して精子形成を始め、雌は29 mm CW以上で卵黄形成を始めるとされる(Haley 1973)。本調査におけるツノメガニの最大個体は2016年11月22日に入野1区で発見された雄(34.1 mm CW)で、眼上突起が発達していたため成熟雄とみられた(Fig. 6)。中部と生見海

岸では月を追うごとに甲幅の大きな個体が現れる傾向があった。また、25 mm CW以上の個体は6-9月にはみられなかったが、10月以降には確認された。これらのことから、中部と生見海岸ではツノメガニは越冬していないと考えられる。一方、入野海岸では5月より既に15-25 mm CWの個体が確認されている。他の調査地域の4-5月のツノメガニ小型個体の出現状況から鑑みて、これらは3月以降に着底して成長した個体であるとは考えにくく、本調査地域で越冬した個体と考えられる。11月の最低温度を比較すると、入野海岸は17.7°Cで中部の12.7°Cおよび東部の9.5°Cより高かった(Fig. 2)。冬季にある程度高い砂中温が保持されることがツノメガニの越冬の条件と考えられるため、今後、中部や東部でも



Fig. 6. *Ocypode ceratophthalma*, the largest male (34.1 mm CW) in the present study which was collected from 1st site, Irino Beach on 22 November 2016.

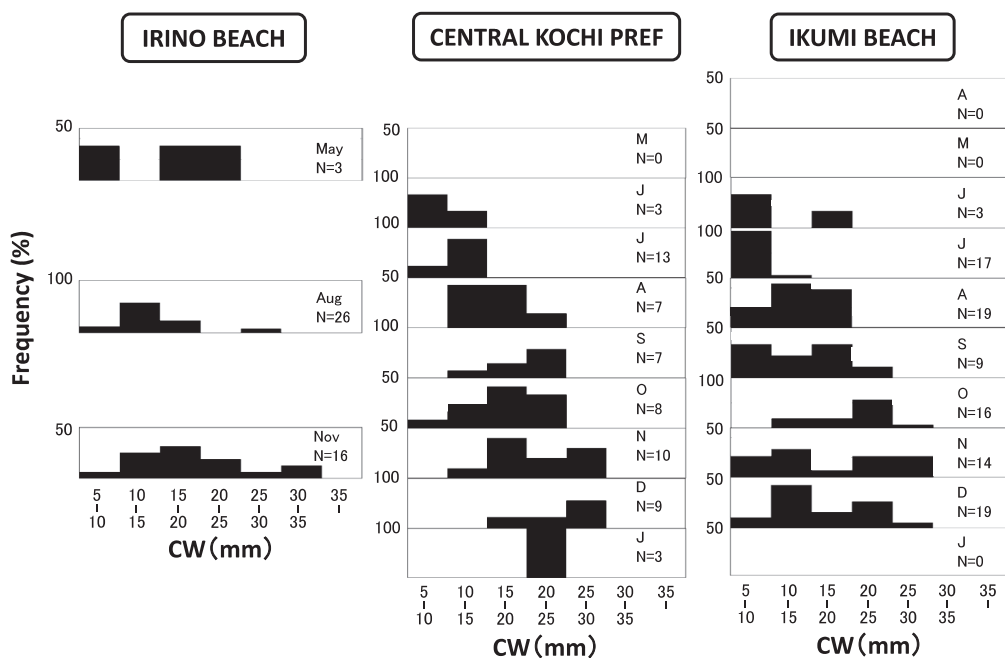


Fig. 5. Monthly and seasonal changes of size (CW) compositions of *Ocypode ceratophthalma* in 3 areas in 2016-2017.

冬季の砂中温が上昇すれば、本種が越冬する可能性がある。

ナンヨウスナガニ 入野海岸において8月に5–10 mm CWのナンヨウスナガニの加入がみられ、11月に最大サイズである25–30 mm CWの個体を確認した (Fig. 7)。本調査におけるナンヨウスナガニの最大個体は2016年11月22日に入野1区で発見された雄 (25.4 mm CW) であった。中部では5–11月にほぼ毎月5–10 mm CWの個体の新規加入がみられた。また6月、9月、12月には最大サイズである20–25 mm CWの個体も確認された。生見海岸ではほぼ毎月5–10 mm CWの個体の加入が確認された。また、本種の最大サイズである20–25 mm CWの個体もほぼ毎月確認された。

ナンヨウスナガニは4–5月より全調査地域で5–25 mm CWの個体が満遍なく採取されていることから、確実に越冬していると考えられる。また、ほとんどの月に小型個体が加入していることから、高知県下に分布する個体群は、その原産地とみなされる南方もしくは高知県下において長期間にわたって繁殖していると考えられる。ナンヨウスナガニは20 mm CWで十分に成熟するとされる (Huang et al. 1997)。本調査では抱卵雌を確認することができなかったが、全調査地域に繁殖に関与できる成熟個体が存在していると考えられる。

生息密度に影響する要因

スナガニ類の生息密度を目的変数とし、5つの環境要因データを説明変数とした重回帰分析の結果、スナガニについては、重回帰式が得られなかった (Table 3)。この原因として本種に関するデータが十分に得られなかったことが挙げられるため、解析を行うには多くのデータを収集する必要があるが、スナガニは希少で新たな生息地を探すのは容易ではないと思われる。宇野ら (2012) は兵庫県新温泉町の砂浜海岸におけるスナガニの生息密度に関わる環境要因を調べ、砂浜の長さが短い海岸ほど生息密度が高く、砂地が硬いほど生息密度が低いことを明らかにした。本調査では中部の向萩の浜が砂浜の長さの短い海岸にあたり、たしかに同調査区から最も多

Table 3. Results of stepwise multiple regression analysis, using density of crab burrows as a dependent variable. R^2 indicates adjusted coefficient of determination.

Variable	<i>O. stimpsoni</i>	<i>O. ceratophthalma</i>	<i>O. sinensis</i>
Longitude			1.333
Whole length (m)			0.685
Depth (mean, m)		-0.699	
Slope (°)			0.580
Sand particle index		-0.942	
R^2	-	0.538	0.798
F	-	5.652	11.530
P	-	0.042	0.011

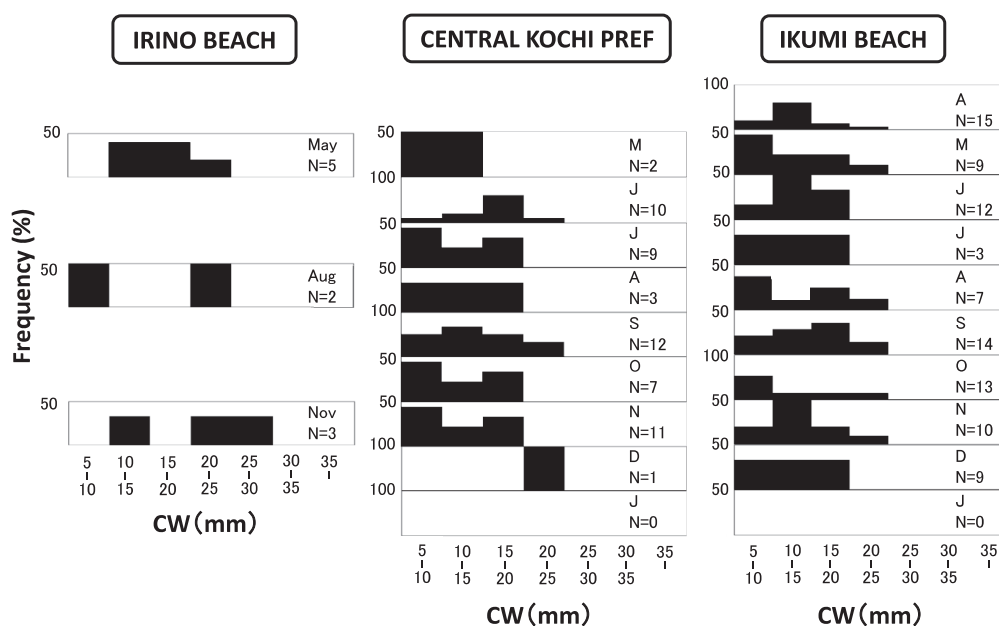


Fig. 7. Monthly and seasonal changes of size (CW) compositions of *Ocypode sinensis* in 3 areas in 2016-2017.

い13個体のスナガニが得られた。さらに、和田(2017c)はスナガニの生息密度に負の影響を与える要因として海岸侵食や砂浜の人的利用を示唆している。

ツノメガニの生息密度は浜の奥行きおよび粒径指数と負の相関関係によって説明された。すなわち、砂浜の奥行きが短く、砂が細くなるほど生息密度が高くなる傾向を示した。奥行きの評価に関して、ツノメガニが砂浜の高潮線付近に巣穴を形成して生息すること(真野2008)を考慮すると、それより後方の後浜や砂丘の部分が長くなるほど、生息密度が低く見積もられることを表しているのかもしれない。また、より細かい砂は本種にとって巣穴を掘ることを容易にすると考えられる。砂の性質に関しては、粒径指数ではないが、宇野ら(2012)が土壌硬度をスナガニの生息密度と負の相関を示す要因として挙げている。巣穴を掘るいずれものスナガニ類にとって、砂が細かいことや砂地が軟らかいことなどの性質は、生息地に相応しいであろう。

ナンヨウスナガニの生息密度は経度、浜の長さおよび浜の角度と正の相関関係によって説明された。本調査で選択したうち経度の高い調査地とは、より東方の調査地を示す。つまり、県内で東に位置し、かつ砂浜が長い、生見海岸のような海岸で生息密度が高くなる傾向があると考えられる。また、緯度と経度の間に多重共線性の問題があると考えられたため、このたびの分析において緯度は用いなかったが、各調査区が南西から北東方向にほぼ一直線上に並んでいることを考慮すると、本種の生息密度は県北東部で高く、南西部で低くなると言えるだろう。

また、このたびの分析において多重共線性の問題が生じると考えられたため、説明変数に他種の巣穴密度を用いることはしなかったが、スナガニとツノメガニは砂浜の高潮線付近に巣穴を形成して生息することから(真野2008)、当然、ハビタットが重複して種間競争が生じているとみなせ、本来なら説明変数に加えるべき要因の一つと考えられる。また、ツノメガニが同属他種の幼体を捕食するのが知られていることに加え(Takahasi 1935, Hughes 1966)、日本でもツノメガニによってスナガニが捕食される可能性に言及されている(淀ら2006, 真野ら2008, 和田2017a)。入野海岸におけるナンヨウスナガニとツノメガニは、10月にはそれぞれ砂丘と後浜に棲み分けて平衡に達しているとみられるが(Seike and

Nara 2008)、それ以前の5-7月に高潮線付近に生息するナンヨウスナガニはツノメガニが加入してくると上部に移動するとされ、ツノメガニによるナンヨウスナガニの密度に対する負の影響が示唆されている(淀ら2006, 真野ら2008)。同じことがスナガニに対しても起こりうるであろう。スナガニの抱卵雌は日本海側の山形県では7月上旬から9月にかけて出現するとされる(酒田市立酒田中央高等学校第一理科部1968)。寺田(1979)は静岡県にて本種の抱卵雌を採取し、飼育下で7月上旬に孵化幼生を得ている。さらに、和田(2017b)は福岡県北九州市の海岸にて7月下旬の大潮の最満潮後にスナガニ抱卵雌による幼生放出を野外において初めて確認して報告した。これらの結果より、スナガニの小型個体の砂浜への新規加入は3種中、最も遅れて始まると考えられるため、淀ら(2006)が危惧するように、スナガニの新規加入個体は先に同所に定着したツノメガニやナンヨウスナガニにより負の影響を受けている可能性がある。

本研究により、高知県の砂浜海岸におけるスナガニ類の分布、出現、消長およびそれらの季節変化の一面が明らかにされた。とくにツノメガニとナンヨウスナガニの分布の現況に反してスナガニの希少性が示された点から、今後、本種は県下の希少な野生生物の一種として取り扱われ、同時に海岸開発や砂浜の利用の制限なども含め、その保全について適切に配慮されることが望まれる。

謝辞

調査に多大な協力をいただいた加島祐二氏(徳島県牟岐町)に心から感謝申し上げます。有益な助言を下された高知大学海洋生物研究教育施設教授の木下泉博士、職員の田中幸記博士、井本善次氏、総合人間自然科学研究科の邊見由美博士、猛暑の海岸にて快く調査を手伝って下さったジャコ学研究室の東島昌太郎、甲らモノ研究室の西田智亮、和田真央子、吉留健、青倉七雲、森啓輔、筒井智仁、小坂将、小林陽介、三宅香成、東京農工大学の小林翔平ら諸氏に心から感謝申し上げます。本研究は高知県レッドデータブック[動物編]改訂事業の一環として行われた。ここに記して関係各位へ感謝の意を表します。

引用文献

- Barros F. 2001. Ghost crabs as a tool for rapid assessment of human impacts on exposed sandy beaches. *Biol. Conserv.* 97: 399-404.
- Brown A.C. and McLachlan A. 1990. "Ecology of sandy shores", Elsevier, Amsterdam.
- Dai A.-Y., Song Y.-Z. and Yang S.-L. A study on *Ocypode* from China (Crustacea: Decapoda). *Acta Zootaxonomica Sinica* 10: 370-378.
- 愛媛県レッドデータブック改訂委員会 (編). 2014. 「愛媛県レッドデータブック 2014 RED DATA BOOK EHIME ー愛媛県の絶滅のおそれのある野生生物ー」, 松山.
- Folk R. L. 1974. "Petrology of sedimentary rocks", Hemphills, Texas.
- 五嶋聖治. 2017. 北限のスナガニの季節的な砂浜利用パターン: 塚木はスナガニに出会えたか? *日本ベントス学会誌* 71: 83-89.
- Haley S.R. 1973. On the use of morphometric data as a guide to reproductive maturity in the ghost crab, *Ocypode ceratophthalmus* (Pallas) (Brachyura, Ocypodidae). *Pac. Sci.* 27(4): 350-362.
- Huang J.F., Yang S.L. and Ng P.K.L. 1998. Notes on the taxonomy and distribution of two closely related species of ghost crabs, *Ocypode sinensis* and *O. cordimanus* (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae). *Crustaceana* 71(8): 942-954.
- Hughes D.A. 1966. Behavioral and ecological investigation of the crab *Ocypode ceratophthalmus* (Crustacea: Ocypodidae). *J. Zool.* 150: 129-143.
- 兵庫県. 2014. 「兵庫県の貴重な自然兵庫県版レッドデータブック2014 (貝類・その他無脊椎動物)」, 公益財団法人ひょうご環境創造協会, 神戸.
- John A.H.F. 1998. "Ghost crab (*Ocypode* spp.) predation on green turtle (*Chelonia mydas*) nests and hatchlings in Chagar Hutang, Pulau Redang", Final year project report, Bachelor of Marine Science, Faculty of Applied Science and Technology, Universiti Putra Malaysia.
- 亀崎直樹・宮城康一・岩瀬文人・柏原正尚. 1992. 八重山諸島における砂浜の環境要因とウミガメ類の産卵との関係. 「八重山諸島における海洋動物繁殖地等の保全対策検討調査報告書」, 環境省, pp. 56-69.
- 環境省自然環境局野生生物課希少種保全推進室 (編). 2014. 「レッドデータブック2014ー日本の絶滅のおそれのある野生生物ー 7 その他無脊椎動物 (クモ形類・甲殻類等)」, ぎょうせい, 東京.
- 岸野底・米沢俊彦・野元彰人・木邑聡美・和田恵次. 2001. 奄美大島から記録された汽水産希少カニ類12種. *南紀生物* 43(1): 15-22.
- 高知県レッドデータブック [動物編] 編集委員会 (編). 2002. 「高知県レッドデータブック [動物編)」, 高知県文化環境部環境保全課, 高知.
- 小牧祐里・谷地森秀二・斉藤知己・加藤元海. 2016. 高知県東洋町の生見海岸におけるアカウミガメ卵のキツネによる食害とその対策. *黒潮圏科学* 9(2): 164-173.
- 久保田信. 2012a. 和歌山県白浜町の砂浜におけるスナガニ属 (甲殻類, スナガニ科) の巣穴の密度. *日本生物地理学会会報* 67: 277-280.
- 久保田信. 2012b. 瀬戸臨海実験所「研究道路」に出現したスナガニ属の一種 (スナガニ科). *京都大学瀬戸臨海実験所年報* 25: 50-51.
- 熊本県. 2014. 熊本県の保護上重要な野生動植物ーレッドリストくまもと2014ー. http://www.pref.kumamoto.jp/kiji_6105.html (参照 2017-12-24).
- Lucrezi S., Schlacher T.A. and Walker S. 2009. Monitoring human impacts on sandy shore ecosystems: a test of ghost crabs (*Ocypode* spp.) as biological indicators on an urban beach. *Environ. Monit. Assess.* 152(1): 413-424.
- 真野泉・堂浦旭・大森浩二・柳沢康信. 2008. 四国太平洋岸に共存するスナガニ3種の季節的な分布パターンおよび食性. *日本ベントス学会誌* 63: 2-10.
- 峯水亮. 2000. 「ネイチャーガイド海の甲殻類」, 文一総合出版, 東京.
- 宮城県環境生活部自然保護課. 2016. 「宮城県の絶滅のおそれのある野生動植物」, 仙台.
- 宮崎県版レッドデータブック改定検討委員会 (編). 2011. 「宮崎県の保護上重要な野生生物 改定・宮崎県レッドデータブック 2010 年度版」, 宮崎県環境森林部自然環境課, 宮崎.
- 長崎県レッドデータブック編集委員会・長崎県環境

- 部自然環境課. 2012. 「長崎県レッドデータブック—ながさきの希少な野生動植物 2011」, 長崎新聞社, 長崎.
- 大阪府生物多様性ネットワーク. 2014. 「大阪府レッドリスト 2014」, 大阪.
- Pritchard P.C.H. 1979. “Encyclopedia of Turtles”, T.F.H. Publications, Neptune, New Jersey.
- レッドデータブックひろしま改訂検討委員会 (編). 2011. 「広島県の絶滅のおそれのある野生生物 (第3版) —レッドデータブックひろしま 2011—」, 広島県環境県民局自然環境課, 広島.
<https://www.pref.hiroshima.lg.jp/site/tayousei/j-j2-reddata2-index2.html>
- Sakai K. and Türkay M. 2013. Revision of the genus *Ocypode* with the description of a new genus *Hoplocypode* (Crustacea: Decapoda: Brachyura). Mem. Queensland Mus. - Nat. 56: 665-793.
- 坂井恵一・又多政博. 2016. 能登半島の砂浜海岸におけるスナガニ *Ocypode stimpsoni* の生息状況 (予報). のと海洋ふれあいセンター研究報告 22: 11-20.
- 酒井恒. 1976. 「日本産蟹類」, 講談社, 東京.
- 酒田市立酒田中央高等学校第一理科部. 1968. 山形庄内海岸におけるスナガニ (*Ocypode stimpsoni* Ortmann) の生態. 山形県酒田市立酒田中央高等学校研究収録 1: 43-64.
- 佐々木潤. 2016. スナガニ *Ocypode stimpsoni* Ortmann, 1897 (十脚目: 短尾下目: スナガニ上科: スナガニ科) の北限分布記録. Cancer 25: 47-49.
- Schlacher T.A., De Jager R. and Nielsen T. 2011. Vegetation and ghost crabs in coastal dunes as indicators of putative stressors from tourism. Ecol. Indic. 11(2): 284-294.
- Seike K. and Nara M. 2008. Burrow morphologies of the ghost crabs *Ocypode ceratophthalma* and *O. sinensis* in foreshore, backshore, and dune subenvironments of a sandy beach in Japan. J. Geol. Soc. Jpn. 114: 591-596.
- 須田有輔・早川康博 (訳). 2002. 「砂浜海岸の生態学」, 東海大学出版会, 東京.
- 締次美穂. 2017. ナンヨウスナガニを三重県から初記録. 南紀生物 59(1): 91-92.
- 高田宜武・和田恵次. 2011. ツノメガニ (スナガニ科) の日本海沿岸からの初記録. Cancer 20: 5-8.
- Takahasi S. 1935. Ecological notes on the ocypodian crabs (Ocypodidae) in Formosa, Japan. Ann. Zool. Jpn. 15: 78-87.
- 武田正倫・古田晋平・宮永貴幸・田村昭夫・和田年史. 2011. 日本海南西部鳥取県沿岸およびその周辺に生息するカニ類. 鳥取県立博物館研究報告 48: 29-94.
- 寺田正之. 1979. スナガニ科 5 種の後期幼生について. 動物学雑誌 88: 57-72.
- 豊田浩詞・関慎太郎. 2014. 「日本産淡水性・汽水性甲殻類 102 種 日本の淡水性エビ・カニ」, 誠文堂新光社, 東京.
- 宇野拓実・宇野政美・和田利史. 2012. 兵庫県日新温泉町の砂浜海岸におけるスナガニ類の出現および生息密度に影響する要因. 人と自然 Humans and Nature 23: 31-38.
- 和田恵次. 1995. 短尾下目. 西村三郎 (編) 「原色検索 日本海岸動物図鑑 (2)」, 保育社, 大阪, pp. 287-379.
- 和田恵次. 2017a. 「日本のカニ学 川から海岸までの生態研究史」, 東海大学出版部, 神奈川.
- 和田年史. 2009. 鳥取県の砂浜海岸におけるスナガニの分布. 鳥取県立博物館研究報告 46: 1-7.
- 和田年史. 2017b. 野外におけるスナガニ (スナガニ科) の幼生放出および幼生放出前移動の初記録. Cancer 26: 59-63.
- 和田年史. 2017c. 生物にとっての健全な砂浜環境とは. 須田有輔 (編) 「砂浜海岸の自然と保全」, 生物研究社, 東京, pp. 147-164.
- 和田年史・宇野拓実・宇野政美. 2015. 兵庫県日本海側の砂浜海岸におけるスナガニ類 (スナガニ属) の分布と生息密度. 人と自然 Humans and Nature 26: 21-26.
- 和田年史・和田恵次. 2015. ナンヨウスナガニ (スナガニ科) の日本海沿岸からの初記録. Cancer 24: 15-19.
- 若林郁夫. 2017. 三重県におけるスナガニ属の生息状況. 南紀生物 59(2): 184-187.
- 渡部孟. 1976. 相模湾産 *Ocypode* 属について. Res. Crust. 7: 170-175.
- 渡部哲也. 2014. 「海辺のエビ・ヤドカリ・カニハンドブック」, 文一総合出版, 東京.
- 渡部哲也・伊藤誠. 2001. ツノメガニの大阪湾および、瀬戸内海東部における出現記録. 南紀生物 43:

43-44.

- 渡部哲也・淀真理・本邑聡美・野元彰人・和田恵次.
2012. 近畿地方中南部沿岸域におけるスナガニ
属4種の分布—2002年と2010年の比較—. 地域
自然史と保全 34(1): 27-36.
- 山形県. 2003. 「レッドデータブックやまがた 山形
県の絶滅のおそれのある野生動物」, 山形.
- 淀真理・渡部哲也・中西夕香・酒野光世・本邑聡美・
野元彰人・和田恵次. 2006. 南方系種を含むスナ
ガニ属3種の和歌山市における生息状況: 2000-
2003年. 日本ベントス学会誌 61: 2-7.
- 地盤工学会. 2010. 「土質試験—基本と手引き— (第
二回改訂版)」, 丸善出版, 東京.

**Occurrence of ghost crabs (*Ocypode*, *Ocypodinae*,
Ocypodidae, *Brachyura*) on the sandy beaches of
Kochi Prefecture**

Masanari Takagi¹⁾, Ryohei Fujimoto¹⁾,
Saori Waseda²⁾ and Tomomi Saito^{1), 3)*}

¹⁾ Department of Biology, Faculty of Science,
Kochi University, 194 Inoshiri, Usa, Tosa,
Kochi 781-1164, Japan

²⁾ Department of Biology, Faculty of Science,
Kochi University, 2-5-1 Akebono-cho,
Kochi 780-8520, Japan

³⁾ Usa Marine Biological Institute,
Kochi University, 194 Inoshiri, Usa, Tosa,
Kochi 781-1164, Japan

Abstract

The occurrence and population structure of three species of ghost crabs of the genus *Ocypode*, *O. stimpsoni*, *O. sinensis* and *O. ceratophthalma* were studied on the sandy beaches of Kochi Prefecture, southwestern Japan. The survey was conducted from April 2016 to January 2017 at 9 sites in total from 3 regions on western, central and eastern parts of Kochi Prefecture (West: Irino Beach, 1-3 sites. Center: Nino Beach; Beach in front of UMBI; Kohgi-no-hama Beach. East: Ikumi Beach, 1-3 sites). The sex, size, number of crabs, and number of crab burrows in the study sites were recorded every month on central and eastern regions while every season on western region. As a result, *O. ceratophthalma* and *O. sinensis* were collected in almost sites, but *O. stimpsoni* did not occur in Ikumi Beach throughout the study. The occurrence of *O. stimpsoni* was remarkably low in the central and western regions. In addition, smaller crabs of *O. ceratophthalma* and *O. sinensis* were observed throughout the study period, but no smaller crabs of *O. stimpsoni* were seen. Compared to the results of the survey at Irino Beach in 2001, the occurrence of *O. ceratophthalma* was accelerated. The large-sized crabs occurred from earlier periods of spring, although the proportion of the number of three species in 2016 remained unchanged. It was obvious that there were overwintering crabs.

Key words: Ghost crab, *Ocypode stimpsoni*, *O. ceratophthalma*, *O. sinensis*, distribution, wintering