

## 礫浜上縁部に生息するマメアカイソガニの生息場所選好性 Habitat preference of *Cyclograpsus pumilio* (Decapoda, Brachyura, Varunidae) inhabiting the upper intertidal limit of pebble shores

中岡由起子<sup>1),2)</sup>・和田恵次<sup>3),4)\*</sup>

<sup>1)</sup>放送大学大学院自然環境科学. 〒281-8586 千葉県美浜区若葉

<sup>2)</sup>現所属：パナソニックセミコンダクターソリューションズ株式会社. 〒817-8520 京都府長岡京市神足焼町

<sup>3)</sup>奈良女子大学理学部生物科学教室. 〒630-8506 奈良県奈良市北魚屋西町

<sup>4)</sup>現所属：いであ株式会社大阪支社. 〒559-8519 大阪府大阪市住之江区南港北 1-24-22

Yukiko NAKAOKA<sup>1),2)</sup> and Keiji WADA<sup>3),4)</sup>

<sup>1)</sup> The Open University of Japan, Wakaba, Mihama-ku, Chiba 281-8586, Japan

<sup>2)</sup> Panasonic Semiconductor Solutions Co., Ltd., Kotari-yakemachi, Nagaokakyo, Kyoto 817-8520, Japan

<sup>3)</sup> Department of Biological Science, Nara Women's University, Kitauoya-nishimachi, Nara 630-8506, Japan

<sup>4)</sup> IDEA Consultants, Inc. Nanko-kita 1-24-22, Suminoe-ku, Osaka 559-8519, Japan

**Abstract:** For the varunid crab *Cyclograpsus pumilio* Hangai & Fukui, 2009, that inhabits the upper intertidal limit of pebble shores, habitat preference for tidal height and pebble size was investigated using field and laboratory experiments. Crabs transplanted to a level lower than the distribution range survived less than those within the distribution range. Crabs placed in cages containing differently sized pebbles showed no difference in their survival with respect to the pebble size. An experiment to determine the pebble size preference showed that the males preferred the smaller pebbles, whereas the females preferred the larger pebbles.

**Key Words:** cobble shore, *Cyclograpsus*, habitat preference, sexual difference, varunid crab

### はじめに

マメアカイソガニ *Cyclograpsus pumilio* Hangai & Fukui, 2009 は、三重県（締次 2013）・和歌山県・大阪府（Hangai et al. 2009; 中岡・和田 2014; 大阪湾海岸生物研究会 2015）・徳島県（和田 2012; 中岡・和田 2014）そして福井県から兵庫県までの日本海沿岸（中岡・和田 2014）と島根県の沿岸（桑原・林 2014）の限られた転石海岸からしか記録のない日本固有のモクズガニ科アカイソガニ属の 1 種である。その生息場所は、主として直径 2–10 cm の礫が堆積した海岸で、小潮平均高潮線から大潮最大満潮線までの高潮帯に限られ、餌は高潮帯に打ち上げられた海藻類とされる（中岡・和田 2014）。本種は雌に偏った体サイズの性的二型の特徴をもっており（最大甲幅：雌 9.5 mm, 雄 5.0 mm）、繁殖期は 5 月から 9 月までである（Fukui 1988）。

本種の限られた生息場所の特性は、その環境特性に対する本種の選好性が反映しているとみられるが、潮位や転石

サイズに対する本種の好みは検証されてはいない。そもそも転石海岸に生息するベントスについて環境勾配に対する選好性を野外実験や室内実験により明らかにした研究は、砂泥性潮間帯のベントス（Jones 1976; Barnes & Greenwood 1978; Wells 1978; Barnes 1979; Rao & Sukumar 1981; 和田 1982; 山本・和田 1999; 小林ら 2003; Miyajima et al. 2014）に比べて少ない（Jones 1976; Lohrer et al. 2000）。

本研究は、マメアカイソガニの分布特性を検証するため、野外での生息レベルと転石サイズが生存率に与える影響をみるために操作実験を行い、さらに室内において転石サイズに対する選好実験を行ったものである。特に転石サイズの選好性については、雌雄間で相違があるかに注目した。

### 材料と方法

#### 潮位レベルに対する野外実験

野外での生息レベルの違いによるマメアカイソガニの生存率の違いをみるための野外実験を、本種の生息レベルが把握できている（中岡・和田 2014）礫浜（和歌山県由良町三尾川：33°56'N, 135°6'E）で行った。潮位レベルが、本種の分布する範囲の平均潮位より上 50–165 cm にある地点（平均潮位より上 124 cm）と、本種の分布範囲よりも下方にある地点（平均潮位より下 44 cm）を選び、それぞ

Received 10 January 2017 Accepted 22 February 2017

\* Corresponding author

E-mail: ilyoplaxkeiji@gmail.com



Fig. 1. An experimental cage with pebbles (right) established in the field (left).

れの地点で汀線に平行に実験ケージを5個、60–100 cm 間隔で設置した。実験ケージは、全面に孔(約2 mm)が施された蓋付きの金属ケース(13 cm×14 cm×14 cmH)で、マメアカイソガニはケース内外を出入りできないようになっている。ケースの底部には、現地の砂を約1 cm 敷き詰め、その上に現地の礫(直径2–5 cm)をケースの8割程度まで積み重ねた(Fig. 1)。実験用の個体は現地で採集し、各ケースに雌5個体ずつ(甲幅5.2–9.2 mm, 平均7.4 mm)入れて蓋をした。すべてのケージは、礫層内に深さ15 cm まで埋め込み、5日間(2012年9月17–22日)放置した。ケージ放置5日目にケース内の生存個体数をケージごとに求め、その生存率を上方地点と下方地点の間で比較した。

#### 礫サイズに対する野外実験

礫サイズの違いによるマメアカイソガニの生存率の違いをみるための野外実験を、潮位レベルに対する野外実験と同じ礫浜で行った。潮位レベルの野外実験と同じ実験用ケージに底部の砂を約1 cm 敷き詰め、その上にマメアカイソガニが主に生息する小礫(直径2–5 cm)を満たしたものと、それよりも大型の礫(直径10–13 cm)を満たしたものの2種類を用意した。それぞれのケージを5個そろえ、各ケージにマメアカイソガニの雌5個体(甲幅5.6–9.2 mm, 平均7.2 mm)を入れ、蓋をして礫層内に埋め込んだ。ケージを埋め込んだ場所は本種の主要分布レベルになるところにそろえ(平均海水面より上103 cm)、小礫のケージと大礫のケージ1個ずつを1セットとして5セットを汀線に平行に配置させた。各セットの小礫のケージと大礫のケージの配置順序はランダムになるようにし、各セットのケージは45–55 cm 離し、セット間の間隔は80–120 cm とした。ケージ設置期間は3週間(2013年3月17日–4月7日)で、3週間目に各ケージ内の生存個体数を求め、その生存率を、小礫のケージと大礫のケージの間で比較した。

#### 礫サイズに対する選好性実験

マメアカイソガニの生息基質である礫のサイズに対する選好性を、和歌山県御坊市と由良町のマメアカイソガニ生息地より採集した個体を使って、室内(奈良県生駒市)で



Fig. 2. Arrangement of the smaller and larger pebbles in the preference experiment.

調べた。飼育ケースに2種類の礫をほぼ均等体積になるように配置し、観察個体を午前7時頃に1個体ずつ放ち入れ、1日後にケース内の礫を取り除きながら観察個体がどちらの礫層内に留まっていたかを記録した。使用したケースは、透明のプラスチック製で(10 cm×20 cm×10 cmH)、底部に砂礫(径1–2 mm)を深さ0.5 cm 敷いた上にネットを敷き、その上に小礫(直径1.1–1.9 cm, 平均1.6 cm)と中礫(直径5.0–6.8 cm, 平均6.0 cm)をケースの左右に分けて配置した(Fig. 2)。ケースの側面は紙で遮光し、上面からのみ自然光が入るようにした。下層に敷いたネットは、観察個体の位置を確認する際に観察個体が他方の礫サイズ域に移動しないように、2つの礫サイズ域を瞬時に仕切るためのものである。観察個体数は、雄が18個体(甲幅2.9–5.6 mm, 平均3.9 mm)、雌が21個体(甲幅5.4–8.8 mm, 平均7.3 mm)で、実験期間は2012年11月19日–12月8日と、2013年4月30日–5月13日であった。観察期間中の気温は、11–12月は2.7–11.5°C, 4–5月は8.4–21.9°Cであった。

## 結 果

#### 異なる潮位下の生存率(野外実験)

野外に5日間設置したケージ内の個体の生存数は、潮位レベルの高い方では、ケージ当たり4–5個体(平均±SD=4.8±0.4)であったのに対し、潮位レベルの低い方では、ケージ当たり0–4個体(平均±SD=0.4±1.7)で、その違いは有意であった(Welch's t-test,  $t=5.63$ ,  $df=3.4$ ,  $P<0.02$ )。

#### 異なる礫サイズ下の生存率(野外実験)

野外に3週間設置したケージ内の個体の生存数は、小礫グループでは、ケージ当たり4–5個体(平均±SD=4.8±0.5)で、中礫グループでは、ケージ当たり3–5個体(平

均±SD=4.6±0.9)で、両グループ間で有意な違いはなかった (Welch's t-test,  $t=0.42$ ,  $df=6.4$ ,  $P>0.1$ ).

### 礫サイズに対する選好性 (室内実験)

小礫と中礫の2種類の環境下に1日放置された個体は、雄の83% (15/18)が小礫のほうに入り、逆に雌の86% (18/21)が中礫のほうに入っていた。すなわち雄は小礫を好み、雌は中礫を好み、その比率の違いは有意であった (G-test,  $G_{adj}=19.6$ ,  $P<0.05$ )。なお雌雄それぞれで、小礫を選んだ個体と中礫を選んだ個体の間に体サイズの違いはみられなかった (雄; 小礫:  $3.8\pm 0.6$  mm, 中礫:  $4.8\pm 0.8$  mm, Welch's t-test,  $t=2.05$ ,  $df=2.5$ ,  $P>0.1$ , 雌; 小礫:  $7.3\pm 0.5$  mm, 中礫:  $7.3\pm 1.0$  mm, Welch's t-test,  $t=0$ ,  $df=5.3$ ,  $P>0.1$ )。

## 考 察

潮位レベルによる生存率への影響が、異なる潮位レベルへの移植実験より明らかにされた。即ち生息レベルより下に移植された個体の生存率は著しく低くなったのに対し、元の生息レベルに移植された個体はほとんどが生存していた。移植個体は蓋の付いたケージに入れられていたので、死亡要因として捕食者は考えにくい。また餌条件についても、本種の餌は打ち上げ海藻がほとんどであり (中岡・和田, 2014), 実験ケージ内に打ち上げ海藻が入ることはないため、実験したレベル間で餌条件に違いあったとも考えられない。考えられるのは波浪による砂の影響の違いである。実験終了時にケージ内の礫環境を見たところ、低潮位側のものには砂が礫間を埋め尽くしていたのに対し、高潮位側のものにはそのような砂の堆積は認められなかった。おそらく低潮位側では、波浪によって砂の堆積が進み、このような環境攪乱が移植個体の死亡につながったものと思われる。

汽水性巻貝のワカウラツボでも、生息分布レベルよりも下方に移植されると生存率が低くなることがわかっている (小林ら, 2003)。この場合は、海水面下に長時間さらされることが生存に不利であったのだろうとしているが、マメアカイソガニでも同様に、海水面に比較的長くさらされることが生存に不適だった可能性もある。

本移植実験は雌個体に限って行われた。本種の垂直分布からは、雄は雌よりもさらに高いレベルのところに限られた分布の仕方をするのがわかっており (中岡・和田, 2014), 雄個体で同じ移植実験をすれば、低レベルでの生存率は雌個体以上に低下する結果が得られるかもしれない。

一方礫サイズによる生存率への影響をみた移植実験からは、小礫に入れられた個体も中礫に入れられた個体もほとんど死亡することがなく、礫サイズの影響は見出せなかった。この結果は、直径2-5 cmの小礫と直径10-13 cmの中礫のいずれの礫径でも、3週間程度の期間の生存にはさして影響することはないことを示している。ただし本移植実

験も雌個体に限って行われたもので、雌よりも小型の雄個体だと礫サイズの生存率への影響が出る可能性もある。即ち、小礫に比べ中礫下では礫間の隙間が体サイズに比して大きすぎるため、小型の雄個体にとっては被覆効果が薄れて生存率が低下することが考えられる。またもし捕食者が入れる条件であれば、隙間の小さい小礫環境下のほうが被食を免れやすく、生存率は高くなるのではないかと思われる。なお捕食者として考えられるのは、マメアカイソガニよりも大型で肉食性のアカイソガニ (奥井・和田, 1999) が考えられる。礫サイズによる被食回避効果については今後検討する必要がある。

礫サイズに対する選好性を調べた室内実験では、野外実験で使われた小礫サイズのうちで特に小さい直径1-2 cmのもの、少し大きめの直径5-7 cmのものとの比較されたが、雄は前者を、反対に雌は後者を好んだ。このことは、雌雄間で礫サイズの好みに違いがあることを示している。本実験結果では、雄雌それぞれについて、小さい礫を選んだ個体と大きい礫を選んだ個体の間で体サイズを比較したところ、有意な違いは検出できなかった。このことは、雄雌それぞれの礫サイズへの選好性は体サイズに必ずしも依存したものでないことを示唆する。しかしこの比較では2群の片方の個体数が他方に比べ少な過ぎること、また雄の体サイズと同じ小型の雌個体のデータがほとんどないことなどを考慮すると、今回見られた礫サイズの選好性の性差には、雌雄の体サイズ差が影響している可能性はある。

好む環境が雌雄で全く正反対というのは、海洋ベントスでは例がないものと思われる。野外での生息状況を見る限り、マメアカイソガニの雄は、雌に比べて礫層のより底部付近の細かな礫が溜まったところから見つかる傾向が強い (中岡・和田, 未発表)。礫サイズに対する選好性の雌雄差が、このような礫層内での生息深度の雌雄差になっているものと思われる。礫サイズの好みに雌雄差があることは、本種の生息場所に細かな礫層とそれよりやや大きい礫の層が混じって存在していることが重要であることを示している。

**謝辞:** 本研究の機会を与えてくださり、有益な助言をいただいた松本忠夫教授 (放送大学)、野外調査にご協力いただいた福井康雄教授 (大阪芸術大学短期大学部)、ならびに本論文に的確なご意見を賜った2名の匿名査読者に厚くお礼申し上げる。

## 引用文献

- Barnes, R. S. K. 1979. Intrapopulation variation in *Hydrobia* sediment preference. *Estuarine and Coastal Marine Science*, 9: 231-234.
- Barnes, R. S. K. and J. G. Greenwood 1978. The response of the intertidal gastropod *Hydrobia ulvae* (Pennant) to sediments of differing particle size. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 31: 43-54.
- Fukui, Y. 1988. Comparative studies on the life history of the grapsid crabs (Crustacea, Brachyura) inhabiting intertidal cobble and boulder shores. *Publications of the Seto Marine Biological Laboratory*, 33: 121-162.



- Hangai, R., J. Kitaura, K. Wada and Y. Fukui 2009. A new species of *Cyclograpsus* (Brachyura: Varunidae) from Japan, co-occurring with *C. intermedius* Ortmann, 1894. *Crustacean Research*, 38: 21–27.
- Jones, M. B. 1976. Limiting factors in the distribution of intertidal crabs (Crustacea: Decapoda) in the Avon-Heathcote Estuary, Christchurch. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 10: 577–587.
- 小林由佳・和田恵次・杉野伸義 2003. 汽水棲巻貝ワカウラツボ (腹足綱: ワカウラツボ科) の分布に関係する要因. ベントス学会誌, 58: 3–10.
- 桑原友春・林 成多 2014. 島根県におけるマメアカイソガニの記録. ホンザキグリーン財団研究報告特別号, 13: 13–18.
- Lohrer, A. M., Y. Fukui, K. Wada and R. B. Whitlach 2000. Structural complexity and vertical zonation of intertidal crabs, with focus on habitat requirements of the invasive Asian shore crab, *Hemigrapsus sanguineus* (de Haan). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 244: 203–217.
- Miyajima, H. and K. Wada 2014. Spatial distribution in relation to life history in the neritid gastropod *Clithon retropictus* in the Kanzaki River Estuary, Osaka, Japan. *Plankton & Benthos Research*, 9: 207–216.
- 中岡由起子・和田恵次 2014. 磯浜の希少カニ類マメアカイソガニの地理的分布と生息場所特性. 地域自然史と保全, 36: 109–114.
- 奥井智子・和田恵次 1999. 潮間帯転石地に生息するカニ類の分布と食性. 南紀生物, 41: 31–36.
- 大阪湾海岸生物研究会 2015. 深日港内の湿地の生物. *Nature Study*, 61: 6–8.
- Rao, M. B. and R. V. Sukumar 1981. The response of a tropical estuarine gastropod, *Cerithidea cingulata* (Gmelin), to different types of substrata. *Hydrobiologia*, 78: 191–193.
- 縮次美穂 2013. 三重県におけるマメアカイソガニの記録. 南紀生物, 55: 159–162.
- 和田恵次 1982. コメツキガニとチゴガニの底質選好性と摂餌活動. ベントス研究会誌, 23: 14–26.
- 和田太一 2012. 徳島県の磯浜海岸における四国初記録のキタフナムシとマメアカイソガニ. 徳島県立博物館研究報告, 22: 69–78.
- Wells, F. 1978. The relationship between environmental variables and the density of the mud snail *Hydrobia totteni* in a Nova Scotia salt marsh. *Journal of Molluscan Studies*, 44: 120–129.
- 山本百合亜・和田恵次 1999. 干潟に生息するウミナナ科貝類4種の分布とその要因. 南紀生物, 41: 15–22.