

沖縄島及び多良間島におけるハマダンゴムシ *Tylos granuriferus* の色彩変異

菊川 章¹⁾

Color variation of *Tylos granuriferus* in Okinawajima Island and Taramajima Island

Akira KIKUKAWA¹⁾

はじめに

ハマダンゴムシ *Tylos granuriferus* Budde-Lund, 1995は、ハマダンゴムシ亜目 Tyloidea、ハマダンゴムシ科 Tyloidae に属する東アジア固有種で、砂浜海岸に特異的に生息し、日本においては北海道から琉球列島にかけて広く分布する (Nunomura, 1990)。本種は、最大で25mm になる比較的大型の陸棲等脚類であるが (Nunomura, 1990)、夜行性で日中は砂中に潜って休息するため人目につきにくい (恩藤, 1954)。本種は色彩変異に富み、布村 (2015) によると、灰色、緑色、橙色などの個体が見られるとされ、例数は少ないが、絵本や図鑑等で色彩変異について紹介されており、九州以北の個体は暗い色のものが多いのに対し、琉球列島産の個体は淡い色のものが多い傾向があることが示されている (皆越, 2009; 奥山, 2013)。筆者が沖縄島で目にする個体も、白や淡黄色など、淡い色のものが多い (図1)。

琉球列島の砂浜は、サンゴや貝、ウニなど沿岸に生息する生物が生成する炭酸カルシウムが主な砂の供給源となっているため、陸域から砂が供給される九州以北の砂浜と比較して砂の色が淡い。そのため同地域に生息する淡い色のハマダンゴムシは、背景によく溶け込み、発見が非常に困難である。これは、本種が生息地の砂の色に適応し、体色が保護色として機能するようになった結果である、と考えることができそうである。しかし、琉球列島には、陸域から砂が供給され、砂の色が暗い砂浜も存在する。仮に、本種の色彩が上述のような適応的形質であるならば、琉球列島内においても生息地の砂の色の違い

に伴い、ハマダンゴムシの色彩にも違いが見られることが予想される。

しかし、ハマダンゴムシの色彩変異については、詳細な記録がなく、生息地の砂の色との関係について分析するには、情報が不十分である。そこで本稿では、ハマダンゴムシの色彩と生息地の砂の色との関係を明らかにすることを目的に、砂の色が異なる沖縄県内の3か所の砂浜において本種を採集し、その色彩を採集地間で比較したので、その結果を報告する。



図1. 沖縄島産のハマダンゴムシ

材料と方法

採集地の選定

まず、砂の色が沖縄島において最も典型的な黄褐色ないし乳白色を呈している八重瀬町具志頭の砂浜 (26° 07' 09.9" N, 127° 44' 53.4" W, 図2) を基準調査地に定めた。

¹⁾ 沖縄県立博物館・美術館 〒900-0006 沖縄県那覇市おもろまち3-1-1

Okinawa Prefectural Museum & Art Museum, 3-1-1, Omoromachi, Naha, Okinawa, 900-0006 Japan

次に、河口に近く、陸域に色の暗い砂岩や泥岩が多いため砂の色が暗い名護市天仁屋の砂浜（ $26^{\circ} 35' 27.1''$ N, $128^{\circ} 07' 48.1''$ W. 図3）と、陸域

に砂の供給源がなく、砂の色が非常に明るい乳白色を呈している多良間島の砂浜（ $24^{\circ} 40' 0.85''$ N, $124^{\circ} 40' 37.7''$ W. 図4）を対照調査地とした。



図2. 基準調査地に選定した八重瀬町具志頭の砂浜. 左：全景, 右：砂の色



図3. 対象調査地に選定した名護市天仁屋の砂浜. 左：全景, 右：砂の色



図4. 対象調査地に選定した多良間島の砂浜. 左：全景, 右：砂の色

採集

2019年5月～10月に、上記3か所の砂浜においてハマダンゴムシを採集した。採集に際しては、各砂浜の任意の地点において、砂を3mmメッシュの篩にかけ、篩上に残ったハマダンゴムシを肉眼で見つけ採りし、採集地の砂とともに持ち帰った。基準調査地に定めた具志頭の砂浜においては、同一調査地内における色彩変異を網羅するために、できるだけ多くの個体を得るように努めた。

採集したハマダンゴムシは、雌雄を判別し、体長を測定した。性別については、各個体の腹部を腹側から実体顕微鏡で観察し、交尾器の有無で判別した。

撮影

採集したハマダンゴムシは、ライト付き撮影ボックス（PULUZ社製20cm撮影ボックス）内で、デジタルカメラ（Canon社製PowerShot SX70 HS）を用いて撮影した。カメラの設定はMモード（マニュアルモード）とし、ISO 640、シャッタースピード1/60で固定し、フォーカスのみオートとした。カメラは三脚に固定して被写体から三脚とのジョイント部分の距離を30cm、焦点距離を約200mmに保ち、ライトボックスの中心付近にハマダンゴムシを1個体置き、真上から背面を撮影した。採集した全ての個体を上記の条件で撮影した。撮影した各個体の写真は、色彩の差異を比較するために、体長がほぼ等しく見えるよう倍率を補正した。また、採集地の砂も、各個体の撮影時と同じ条件で撮影した（図1，図2，図3）。

色彩変異の分析

色彩の分析には、明暗や色調を定量化することが妥当であると考えられるが、今回天仁屋で採集した

個体の中に、わずか数分の中に色が大きく変化するものが数個体存在したため（図5）、本稿では色の定量化は控え、それに代わる方法として、色彩パターンを分類し、グループ分けすることとした。

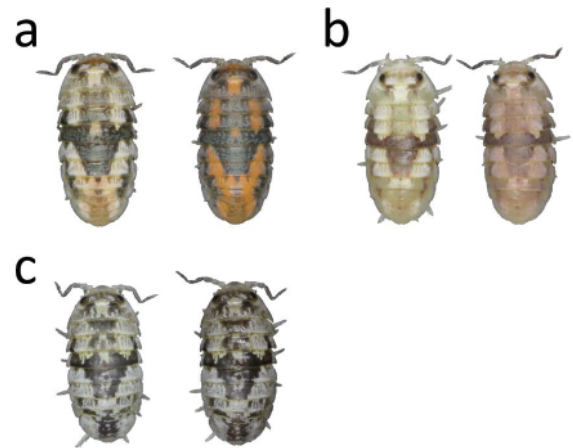


図5. 色彩が変化する個体。いずれも天仁屋で採集された個体。

結果

各砂浜について、採集した個体数、性別、体長は表1のとおりであった。性別および体長と色彩変異の関係を調べるために、最も採集個体数が多かった具志頭の個体について、性別ごと、体長ごとに写真を配列したところ図6のようになった。

各個体の写真を色彩パターンごとに並べると、具志頭は図7、天仁屋は図8、多良間島は図9のようになった。

表1. 各砂浜で採集したハマダンゴムシの個体数、性別、体長

	採集個体数	♂	♀	体長			採集日
				平均(mm)	最大(mm)	最小(mm)	
具志頭	62	28	24	9.4	13.0	6.3	5/22, 6/29, 7/4, 9/16
天仁屋	27	8	10	9.5	12.8	6.6	8/11, 10/25
多良間島	36	11	25	8.2	15.2	4.8	10/2

※ 具志頭および天仁屋については、雌雄の判別ができなかった個体がある。

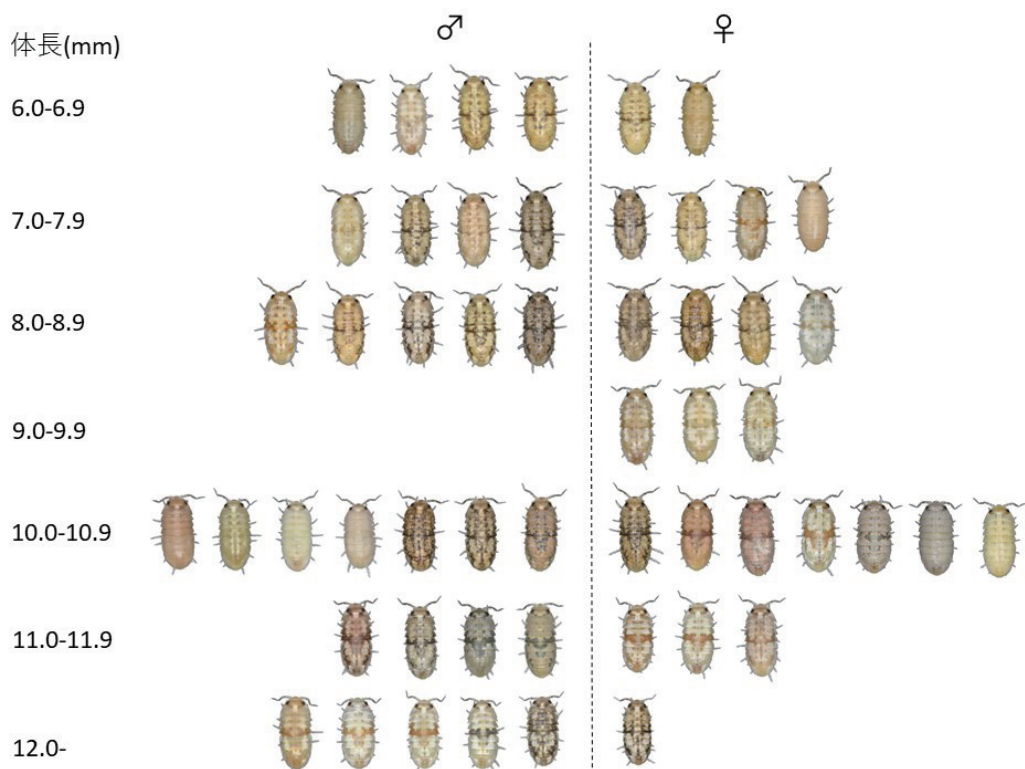


図6. 採集したハマダンゴムシの性別および体長と色彩変異. 図中の個体は、具志頭で採集した個体のうち性別や体長を記録した個体. 破線の左側がオス、右側がメス.

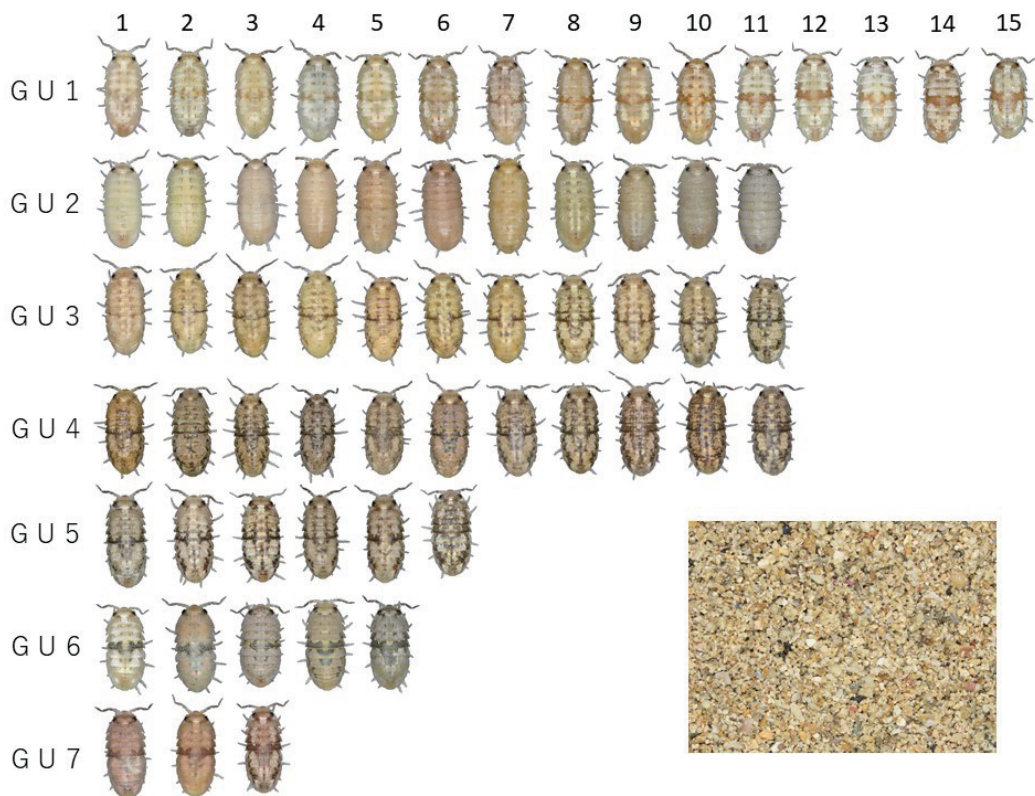


図7. 具志頭で採集したハマダンゴムシの色彩変異. 図中の記号GU 1~7は、色彩パターンを便宜的に分類して得られた各グループの略号. 右下の写真は採集地の砂.

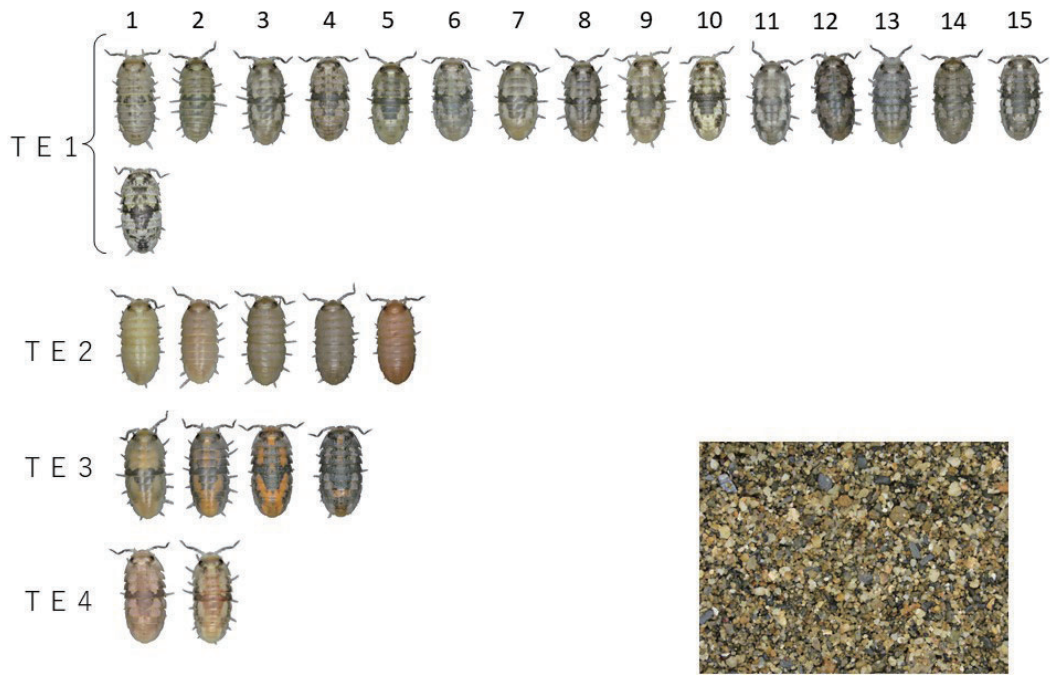


図8. 天仁屋で採集したハマダンゴムシの色彩変異. 図中の記号TE 1～5は、色彩パターンを便宜的に分類して得られた各グループの略号. 右下の写真は採集地の砂.



図9. 多良間島で採集したハマダンゴムシの色彩変異. 図中の記号TA 1～5は、色彩パターンを便宜的に分類して得られた各グループの略号. 右下の写真は採集地の砂.

考 察

体サイズについて

今回採集したハマダンゴムシの体長は、最大で15.2mmであった（表1）。Nunomura (1990) は、日本全国から採集した150個体以上の標本を精査し、これらの標本のうち最大のものは25mmに達すると報告している。今回の調査では、離島を含めた3か所の砂浜から計125個体を採集したが、このような大型の個体は得られなかった。このことから、本地域の個体群は日本の他地域と比べて小型傾向が強いものと考えられる。

体長および性別と色彩の関係

本研究において基準調査地として最も多数のハマダンゴムシを採集した具志頭の個体について雌雄の色彩を比較したところ、明らかな色彩の違いは認められなかった（図6）。また、体長と色彩の間にも明らかな関係は認められなかった（図6）。これらの結果より、ハマダンゴムシの色彩変異には性差や体長による差異は無いものと考えられ、本稿において色彩変異を比較する際には、性別や体長は考慮に入れないものとした。

採集地間の色彩の比較

今回基準調査地に定めた具志頭において、最も多く見られた色彩パターンは、白ないし乳白色の地色にオレンジ色の模様をもつパターンで（図7中GU 1のグループ）、全体の24%にあたる15個体がこのパターンに該当した。その他の個体についても、地色が乳白色から黄色を呈するものが多い傾向が見られたが（図7）、この傾向は採集地の砂の色（図7右下の写真）とよく合致しており、この砂浜において、本種の色彩は保護色として十分に機能するものと考えられる。

次に、天仁屋において最も多く見られた色彩パターンは、灰色の地色に黒い模様をもつパターンで（図8中TE 1のグループ）、全体の59%にあたる16個体であった。その他の個体も暗い色彩のものが多く（図8）、基準調査地の具志頭とは大きく異なる傾向が見られた。採集地の砂の色も暗い色を呈していることから（図8右下の写真）、この砂浜においても、本種の色彩は保護色として機能すると考えら

れる。

次に、多良間島において最も多く見られた色彩パターンは、白ないし乳白色の地色に黒い模様をもつパターンで（図9中TA 1のグループ）、全体の64%にあたる23個体であった。このパターンは、基準調査地である具志頭でも見られ（図7中GU 5）、その他のパターンも含め、今回多良間島で得られた全ての色彩パターンが具志頭でも見られた。一方で、多良間島で得られたいずれの色彩パターンも天仁屋の個体には見られなかった。多良間島の砂の色は非常に明るい乳白色なので（図9右下の写真）、この砂浜における本種の色彩は、黒い模様が目立ってしまうことが予想され、保護色としての機能には疑問が残る。しかし、基準調査地の具志頭との比較において、同じ沖縄島でありながら色彩パターンが大きく異なる天仁屋よりも、海で遠く隔たれた本調査地の色彩パターンに多くの共通点が見られることから、本種の色彩パターンの成立には、遺伝的な隔たりよりもむしろ環境要因の方が大きく影響している可能性が考えられる。

まとめと今後の課題

本稿では、少なくとも、砂浜ごとにハマダンゴムシの色彩変異の傾向が大きく異なる場合がある、ということが明らかになった。そして、具志頭と天仁屋の2調査地間の比較においては、砂の色と本種の色彩との間に関連性があることが示唆された。Niikura et al. (2015) は、生息地間の遺伝的な距離から、本種が海流による分散を繰り返してきたことを明らかにしたが、これは、本種が1箇所の砂浜に隔離されているわけではなく、砂浜間での遺伝的交流が起り得ることを示している。それにもかかわらず上述のように砂浜ごとに色彩の違いが見られることは、本種が海流で流れ着いた砂浜で比較的短期間に砂の色への適応を果たした可能性を暗示するものと考えられる。

しかし、今回調査地に選んだ3か所の砂浜は、全て砂の色が異なるため、砂の色が同じ砂浜間で本種の色彩にどの程度の違いが見られるか確かめることはできない。そのため、上述のような砂の色と体色との相関は見かけのもので、偶然に生じた可能性が排除できない。この課題の解決には、砂の色が同じ

砂浜間でも色彩を比較できるよう、調査地や採集個体数を増やし、さらなるデータの蓄積と分析手法の改善が必要である。

また、仮に本種の色彩と砂の色との間に何らかの相関がみられるとしても、色彩が適応的な形質であると結論付けるためには、それが遺伝形質であることが前提となる。しかし、ハマダンゴムシは成長のために脱皮するため、その際に体色も十分に考えられ、本稿で得られた情報だけでは、同一個体が環境に応じて自ら色彩を変化させる可能性も否定はできない。この課題の解決には、本種を飼育・繁殖させ、個体ごとに成長と色彩を記録するとともに、交雑実験をするなど、本種の色彩がどの程度遺伝的に決定するのか確かめる必要がある。

さらに、動物の保護色の獲得には捕食圧が重要な役割を担っていると考えられているが(Endler, 1978)、本種を視覚的に捕食する生物の存在については確かな情報が無い。本種の色彩が生息地の砂の色に適応した形質であると結論づけるためには、野外において実際に本種を視覚的に捕食する生物がいるのか検証する必要がある。

引用文献

- Endler, J. A. 1978. A predator's view of animal color patterns. *Evolutionary biology* 11: 319-364
- 皆越ようせい. 2009. うみのダンゴムシ・やまのダンゴムシ. ちしきのぼけっと(9). 岩崎書店
- Niikura, M., Honda, M. & Yahata, K. 2015. Phylogeography of Semiterrestrial Isopod, *Tylos granuliferus*, on East Asian Coasts. *ZOOLOGICAL SCIENCE* 32: 105-113
- Nunomura, N. 1990. Studies on the terrestrial isopod crustaceans in Japan V. Taxonomy of the Families Armadillidiidae, Armadillidae and Tylidae, with taxonomic supplements to some other families. *Bulletin of the Toyama Science Museum* 13: 1-58
- 布村昇. 2015. 甲殻亜目CRUSTACEAワラジムシ目Isopoda. 青木淳一 (編著), 日本産土壤動物一分類のための図解検索 [第二版] pp.997-1066, 東海大学出版部
- 奥山風太郎, みのじ. 2013. ダンゴムシの本 まるまる一冊だんごむしガイド~探し方、飼い方、生態まで. DU BOOKS
- 恩藤芳典. 1954. ハマダンゴムシ*Tylos granulatus*の日週期活動 - III. 発育にともなう週期活動の変化. *日本生態学会誌*4(1): 1-3

