

令和4年度厚岸湖・別寒辺牛湿原学術研究奨励補助金研究実績報告書

厚岸湾におけるオホーツクホンヤドカリに生息する

ヨコエビ3種の生態に関する種間比較

高尾 航平（北海道大学大学院水産科学院）

1. はじめに

ヤドカリ類は十脚目異尾下目に属し、その多くの種が巻貝の貝殻を背負って生活している。ヤドカリが背負う貝殻には様々な生物が共生している。共生生物は貝殻に生息することで、ヤドカリが食べこぼした餌の獲得や、捕食回避といった利益を得る。加えて、ヤドカリは海底を自由に移動するため、共生生物にとって貝殻は海底を移動する特殊なすみかである(Williams and McDermott 2004)。北海道周辺の潮下帯に生息しているオホーツクホンヤドカリ *Pagurus ochotensis* の貝殻にもさまざまな生物が共生している。本研究は、オホーツクホンヤドカリに共生する3種のヨコエビ *Sympleustes japonicus*, *Metopeloides paguri*, *Melitidae* gen. sp.を対象種とする(Marin and Sinelnikov 2016; 関岡・高尾 未発表)。

ヨコエビは軟甲綱フクロエビ上目端脚目ヨコエビ亜目に属し、世界で9607種が知られている(Horton et al. 2023)。生息場所も陸上から深海まで幅広い環境に進出しており(有山 2022)、種数、生息場所ともに多様性に富んだ分類群である。ヨコエビの生態学的な研究も数多く、例えば第2咬脚(Hume et al. 2005)や体サイズ(Goos et al. 2016)、触角(Jourdan et al. 2019)などの形態の性的二型や、卵サイズ(Jordan et al. 2019)、繁殖期(Nygård et al. 2010; Demchenko et al. 2016)と言った生活史形質が研究されてきた。また、ヨコエビと生息場所との関係についても研究されており、潮間帯で同所的に生息するヨコエビの分布が異なる例(Korpinen and Westerbom 2010; Van Tomme et al. 2012)が報告されている。しかし、本論文の対象種である *S. japonicus*, *M. paguri*, *Melitidae* gen. sp.に関する生態学的研究は皆無である。そこで本研究は *S. japonicus*, *M. paguri*, *Melitidae* gen. sp.の繁殖生態、形態形質、詳細な生息場所について記載することを目的とする。

2. 材料と方法

ヤドカリの採集

北海道東部の厚岸湾に面する北海道大学北方生物圏フィールド科学センター厚岸臨海実験所前(43°01'N, 144°50.5'E, 水深3-6m)の砂泥底でオホーツクホンヤドカリ *P. ochotensis* の採集を行った。2022年2月から2022年8月にかけて、一月あたりヤドカリが少なくとも30個体採取されるまで繰り返し採集した(表1)。採取にカニカゴ(45×60×20 cm)を用い、1回の調査あたり10個のカニカゴを8m間隔で岸と平行になるように設置した。9月5日に実施した調査のみ9個のカニカゴを設置した。カニカゴには餌に冷凍サンマをカゴ1つにつき1尾用いた。設置したカゴは1-3日後に引揚げ、船上でヤドカリのみを選別して採集した。採集したヤドカリはバケツに入れて研究室に持ち帰り、自然海水が流れる水槽で保持した。

ヤドカリの計測及びヨコエビ類の採集

ヤドカリが背負っている貝殻を種同定した後、その殻幅をノギスで0.05 mmの精度で測定した。そして、固定式の万力(stationary vise)を用いて貝殻を破壊しヨコエビ類を採集

した。

5-8月に行った調査では貝殻を破壊する際、最初にヤドカリの尾節が露出されるように、万力で破壊する箇所を調節して、貝殻を2つに破壊し、貝殻内部の空間を、ヤドカリの尾節後端から貝殻の殻頂までの空間（上部）と尾節後端から殻口までの空間（下部）にわけた。2つに分けた貝殻を万力で細かく砕き、それぞれの場所にいた *S. japonicus*, *M. paguri*, Melitidae gen. sp.の個体数を記録した。ヤドカリの体表と貝殻の表面に付着していたヨコエビ類は下部として記録した。しかし、タマガイ科の貝殻は2つに分けることが難しいため、体層を万力で最初に破壊した。するとヤドカリは自ら貝殻から出るため、そのあとに貝殻を滑層から殻頂まで直線をひいた際（図1; 黄色の点線）に次体層にかかる部分（図1; 赤色の実線）まで破壊した。赤色の実線まで尾節後端が到達するとみなして、破壊した赤色の実線から殻口の部分を上部、まだ破壊されていない、赤色の実線から殻頂までの部分を下部とした。

採取したヨコエビ類は採取されたヤドカリ1個体ごとに、種ごとにプラスチックバッグに海水とともに入れ、冷凍保存した。ヨコエビの採集を終えたヤドカリは実験所前の栈橋から海に返した。

ヨコエビ類の計測

採取されたヨコエビ類のうち2-8月に採取された個体を計測した。また、*M. paguri*, Melitidae gen. sp.はその期間に採取された全個体を計測した。*S. japonicus*は採取された個体数が多いため、一月あたり10個のプラスチックバッグをランダムに選択し、その中の個体を全て計測した。プラスチックバッグには1個体のヤドカリから採取された *S. japonicus* が封入されている。個体は実体顕微鏡（SZM-223, アズワン株式会社, 大阪, 日本）下で性別と成熟段階を判別し（表2）、体長（額角の先端から尾節板の後端までの距離）と第2咬脚長（左第2咬脚前節の先端から根元の距離）を計測した。計測の際は、実体顕微鏡（SZM-223, アズワン株式会社, 大阪, 日本）に取り付けたカメラ（DS126441, Canon, 東京, 日本）で写真を撮影し、画像フリーソフト imageJ（National Institute of Health, USA）を用いて行った。Fbの場合は抱えている卵（もしくは幼体）を掻き出しその数を記録した。育房に抱えられていた幼体は体長のみ記録した。

統計解析

抱卵メスFsが確認された個体が確認された *S. japonicus* と Melitidae gen. sp.について体長を考慮した一腹卵数を種間で比較するために誤差構造を負の二項分布とした一般化線型モデル（generalized linear model, GLM）を用いて解析した。応答変数に一腹卵数を用いた。説明変数に体長と種（*S. japonicus* = 1, Melitidae gen. sp. = 0）を用いた。解析にはパッケージ MASS を用いた（Venables & Ripley 2002）。ヨコエビの生息場所を種間で比較するために Fisher の正確確率検定を用いて *S. Japonicus* vs *M. Paguri*, *M. paguri* vs Melitidae gen. sp., *S. Japonicus* vs Melitidae gen. sp.の3つの組み合わせで解析した。生息場所のカテゴリは一つの貝殻からそれぞれの種が上部のみにいた場合、下部のみにいた場合、上部と下部の両

方にいた場合で分けた。解析の際、 p 値を holm 法を用いて補正した。統計解析には R version 4.2.2 (R core team 2022) を用いた。

3. 結果

形態形質の性差

S. japonicus の体長と第 2 咬脚長の関係に性差が見られた (図 2)。 *S. japonicus* のメスは傾きがオスに比べ小さく、第 2 咬脚が大きくなる代わりに、体サイズが大きくなる関係が見られた。 *S. japonicus* のオスはメスに比べ傾きが大きく、体長が大きくなる代わりに、第 2 咬脚が大きくなる関係が見られた。また、体サイズはメスの方が大きく、第 2 咬脚長はオスの方が大きかった。

M. paguri の体長と第 2 咬脚長の関係にも例数は少ないながら (メス: 5 例, オス: 2 例, 幼体: 56 例) *S. japonicus* と同様の関係が見られた (図 3)。メスは傾きがオスと幼体に比べ小さく、第 2 咬脚が大きくなる代わりに、体サイズが大きくなる関係が見られた。 Melitidae gen. sp. 体長と第 2 咬脚長の関係には明確な性差は見られなかった (図 4)。

繁殖形質

S. japonicus は 4~8 月にかけて抱卵しており新規加入は 5 月から見られた。また、7 月と 8 月の幼体の体長組成に 2 つの山が見られた。 *M. paguri* は 2~5 月にかけて採取された個体数が少ないものの、6 月に経産メス Fs が見られ、新規加入も見られた。 Melitidae gen. sp. は 4~6 月にかけて抱卵していた。新規加入は 5 月から見られた。また、7 月および 8 月の体長組成に 2 つの山が見られた。(図 5, 図 6)

S. japonicus の抱卵数は 8~58 個 (平均 32 個, $N=38$)、Melitidae gen. sp. の抱卵数は 2~32 個 (平均 17 個, $N=22$) であった。 *S. japonicus* と Melitidae gen. sp. の一腹卵数を体長を考慮して比較したところ、*S. japonicus* の方が有意に多かった (GLM, 種[*S. japonicus*]: $Z = 5.580$, $p < 0.001$) (図 7, 表 3)。

ヤドカリ 1 個体あたりに生息するヨコエビの個体数とその特徴

本研究で計測した個体を用いて、ヤドカリ 1 個体あたりに生息していたヨコエビの個体数を種ごとに示す (図 8)。 *S. japonicus*, *M. paguri* の個体数組成は 1 個体の階級が最も多く、個体数が増えるにつれて徐々に頻度が少なくなる傾向が見られた。 Melitidae gen. sp. は 1 個体と 2 個体の階級が多く、3 個体以上になると突然頻度が下がる傾向が見られた。そこで、それぞれの種の 2 個体の階級の性別を確認したところ、雌雄ペアが見られた例が *S. japonicus* で 8 例中 3 例, *M. paguri* で 7 例中 0 例, Melitidae gen. sp. で 44 例中 43 例で見られた。

また、1 個体のヤドカリからそれぞれの種が 3 個体以上得られた場合に、それらのヤドカリごとのヨコエビの体長組成を性別ごとに分けて特徴を調べた。 *S. japonicus* はオスまたはメスが 2 個体以上同じ貝殻にいる例が 46 例中 38 例見られた (図 9a-c)。また、幼体の体長組成の山が 1 つある例 (46 例中 21 例) (図 9c) や 2 つある例 (46 例中 1 例) が見られた

(図9b). 幼体や幼体と同程度の大きさの小型オスのみが1個体のヤドカリから採取された例も46例中12例見られた(図9d). *M. paguri* は幼体とメスのみが見られた(図9e). Melitidae gen. sp.は幼体や幼体と小型オスの体長組成の山と離れた部分に, より大きな体長の雌雄ペア(18例中10例, 図9f), もしくは雌雄のどちらか1匹(18例中5例, 図9g, h)が観察された. また, 幼体や小型のオスの山が1つある例(図9g, k)だけでなく2つある例も見られた(図9f, h). それに加えて幼体と小型オスの山が一つで, その山から離れた部分に個体が見られなかった例も1例ながら見られた(図9k).

ヨコエビの生息場所

ヨコエビ3種の貝殻内の生息場所を比較したところ, 3種間で生息場所が有意に異なることが分かった(図10, *S. japonicus* vs *M. paguri*, $p < 0.001$; *M. paguri* vs Melitidae gen. sp., $p < 0.001$; *S. japonicus* vs Melitidae gen. sp., $p < 0.001$, p 値を holm 法で補正). *S. japonicus* は約90%(134例中120例)が下部のみを利用した. *M. paguri* は約72%(39例中28例)が下部のみを利用していた. Melitidae gen. sp.は約70%(49例中34例)が上部のみを利用していた.

4. 考察

形態形質の性差

体長と第2咬脚長の性差の有無について種間で違いがあった. *S. japonicus* と *M. paguri* は体長と第2咬脚長の両方に性差が見られた. 両種とも体サイズはオスよりメスの方が大きく, 第2咬脚長はメスよりオスの方が大きかった. しかし, Melitidae gen. sp.では体長と第2咬脚長について明確な性差は見られなかった. この違いは Melitidae gen. sp.と他の2種で生態が大きく異なることが関係していると思われる. 一般にヨコエビ類の第2咬脚はオスの方が大きい(有山 2022; Conlan 1991). また, 他のヨコエビで第2咬脚の大きさが大きいほど繁殖成功率が増加することや(Wellborn 1995, 2000)第2咬脚が無いと交尾がうまくいかないことが報告された(Hume et al. 2005). *S. japonicus* と *M. paguri* も配偶行動に関連する性淘汰によって第2咬脚に性差が現れているのかも知れない. また, *S. japonicus* と *M. paguri* の体サイズでは, 第2咬脚長の性差とは逆にメスの方がオスに比べ大きかった. その理由としては, メスは, 体サイズが大きいほど抱えられる卵の数が多くなるため(Pöckl 2007), 繁殖成功率が増加する事が理由として考えられる.

Melitidae gen. sp.は貝殻内で雌雄ペアをつくっているのにも関わらず体サイズや第2咬脚長に性差は見られなかった. 上部で暮らすことにおいて, 性別にかかわらず本論文で判明した体サイズが都合の良い大きさであると思われるが, 性差が無い理由についてはより詳しく生態を調べる必要がある.

一腹卵数の種間比較

一腹卵数を *S. japonicus* と Melitidae gen. sp.で体長を考慮して比較したところ, *S. japonicus*の方が体長は小さいにもかかわらず一腹卵数は多かった(表3, 図7). これは幼体を育房

から放出したあとに子が置かれる状況が関係しているかもしれない。Melitidae gen. sp.では育房から放出された幼体は親と思われる成体と一緒に上部で暮らす様子が観察された（図9 g-k）。このように幼体は放出されてすぐは親と一緒に上部で暮らすと思われる。幼体が生活環の初期に成体の世話を受けるのであれば、卵数は親が卵に投資できるエネルギーと、親が世話できる個体数によって制限される。一方、*S. japonicus* は親によって保護されず、育房から放出されたあとは親の保護を受けないと思われる。*S. japonicus* はヤドカリを離れて水中を泳ぐ様子が観察されている（Marine & Sinelnikov 2016）。このため、頻繁に宿主を変更しており、移動先で生き残る個体数を少しでも増やすために卵数を増やしていると思われる。

同所的に生息する3種の資源分割

同所的に生息する種が共存するメカニズムとして微小生息地、餌と言った資源の分割や繁殖期などの時間的な分離が挙げられる。ヨコエビにおいても、同所的に生息するヨコエビで微小生息地が分かれていることが報告されてきた(Korpinen and Westerbom 2010; Van Tomme et al. 2012)。

本論文の対象種である *S. japonicus* は4月から抱卵が始まり、8月まで抱卵していることが確認された。また、7、8月の幼体の体長組成に2つの山が見られたことから、少なくとも4～8月の間で2回抱卵していると考えられる。

M. paguri は6月に経産メスFsが見られ、6月から新規加入も見られたことから、3～5月のどこかで抱卵していると推測された。

Melitidae gen. sp.は2、3月に1個体だけ抱卵メスFbを確認し、4～6月にかけて抱卵メスFbが増加した。8月に再び抱卵メスFbを1個体確認した。5月に一つ目の幼体の体長組成の山、7月に2つ目の幼体の体長組成の山が見られたことから、新規加入は5月と7月の2回発生すると考えられる。また、新規加入が2回行われたことから、少なくとも4～8月の間で2回抱卵していると考えられる。

このように3種で新規加入の回数に違いはあるが、抱卵期のずれはほとんど確認されなかった。

しかし、貝殻内での微小生息地は異なった。*S. japonicus* と *M. paguri* は下部を利用し、Melitidae gen. sp.は上部をよく利用していた。このため、この3種は微小生息地を分割することで共存しているのかも知れない。また、Marine & Sinelnikov (2016) は0-60mの水深でヤドカリの共生生物を調査した、*S. japonicus* は全ての水深で採取されたが、*M. paguri* は水深40-60 mから採取された。このことから、*S. japonicus* と *M. paguri* は生息水深を分けているのかも知れない。しかし、他にも利用する餌の違いなど他の資源分割のメカニズムも考えられるが、この研究ではそこまで調査ができなかった。ヤドカリに共生する生物がどのように共存しているのかを解明するのは今後の課題である。

5. 謝辞

本研究を進めるにあたり、北海道大学北方生物圏フィールド科学センター厚岸臨海実験所の仲岡雅裕教授、伊佐田智規准教授、濱野章一技官、桂川英徳技官をはじめとする職員の方々には活動拠点・実験器具の提供や船舶の操縦、特別採捕許可証の申請、有益な助言をいただきました。厚岸臨海実験所の学生の皆様には有益な助言や協力を頂き、特に関岡寛知さんにはヨコエビの種同定をしていただきました。ここに記して感謝の意を表します。

6. 引用文献

有山啓之 (2022) ヨコエビガイドブック. 海文堂, 東京

Conlan KE (1991) Precopulatory mating behavior and sexual dimorphism in the amphipod Crustacea. *Hydrobiologia* 223:255–282. <https://doi.org/10.1007/BF00047644>

Demchenko NL, Chapman JW, Durkina VB, Fadeev VI (2016) Life History and Production of the Western Gray Whale's Prey, *Ampelisca eschrichtii* Krøyer, 1842 (Amphipoda, Ampeliscidae). *PLOS ONE* 11:e0147304. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147304>

Goos JM, Cothran RD, Jeyasingh PD (2016) Sex-specific nutrient use and preferential allocation of resources to a sexually selected trait in *Hyalella* amphipods. *J Exp Biol* 219:649–657. <https://doi.org/10.1242/jeb.132498>

Horton, T.; Lowry, J.; De Broyer, C.; Bellan-Santini, D.; Copilaş-Ciocianu, D.; Corbari, L.; Costello, M.J.; Daneliya, M.; Dauvin, J.-C.; Fišer, C.; Gasca, R.; Grabowski, M.; Guerra-García, J.M.; Hendrycks, E.; Hughes, L.; Jaume, D.; Jazdzewski, K.; Kim, Y.-H.; King, R.; Krapp-Schickel, T.; LeCroy, S.; Lörz, A.-N.; Mamos, T.; Senna, A.R.; Serejo, C.; Souza-Filho, J.F.; Tandberg, A.H.; Thomas, J.D.; Thurston, M.; Vader, W.; Väinölä, R.; Vonk, R.; White, K.; Zeidler, W. (2023). World Amphipoda Database. Accessed at <https://www.marinespecies.org/amphipoda> on 2023-02-25. doi:10.14284/368

Hume KD, Elwood RW, Dick JTA, Morrison J (2005) Sexual dimorphism in amphipods: the role of male posterior gnathopods revealed in *Gammarus pulex*. *Behav Ecol Sociobiol* 58:264–269. <https://doi.org/10.1007/s00265-005-0925-7>

Jourdan J, Piro K, Weigand A, Plath M (2019) Small-scale phenotypic differentiation along complex stream gradients in a non-native amphipod. *Front Zool* 16:29. <https://doi.org/10.1186/s12983-019-0327-8>

Korpinen S, Westerborn M (2010) Microhabitat segregation of the amphipod genus *Gammarus* (Crustacea: Amphipoda) in the Northern Baltic Sea. *Mar Biol* 157:361–370. <https://doi.org/10.1007/s00227-009-1323-x>

Marin I, Sinelnikov S (2016) Diversity and ecological features of symbiotic communities associated with large hermit crabs along the southern part of the Russian coast of the Sea of Japan. *rej*

- 25:171182. <https://doi.org/10.15298/arthsel.25.2.04>
- Nygård H, Wallenschus J, Camus L, et al (2010) Annual routines and life history of the amphipod *Onisimus litoralis*: seasonal growth, body composition and energy budget. *Mar Ecol Prog Ser* 417:115–126. <https://doi.org/10.3354/meps08798>
- 大高明史, 井上忍, 宮崎葉子 (2010) ヤマトヨコエビ (ヨコエビ目, ヨコエビ亜目, アゴナガヨコエビ科) の生活史変異, 特に水温との関連について. *陸水学雑誌* 71:241–254. <https://doi.org/10.3739/rikusui.71.241>
- Pöckl M (2007) Strategies of a successful new invader in European fresh waters: fecundity and reproductive potential of the Ponto-Caspian amphipod *Dikerogammarus villosus* in the Austrian Danube, compared with the indigenous *Gammarus fossarum* and *G. roeseli*. *Freshw Biol* 52:50–63. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2006.01671.x>
- R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Van Tomme J, Van Colen C, Degraer S, Vincx M (2012) Encounter competition partly explains the segregation of the sandy beach amphipods *Bathyporeia pilosa* and *Bathyporeia sarsi*. A mesocosm experiment. *J Exp Mar Biol Ecol* 438:118–124. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2012.09.012>
- Venables, W. N. & Ripley, B. D. (2002) *Modern Applied Statistics with S*. Fourth Edition. Springer, New York. ISBN 0-387-95457-0
- Wellborn GA (1995) Determinants of reproductive success in freshwater amphipod species that experience different mortality regimes. *Anim Behav* 50:353–363. <https://doi.org/10.1006/anbe.1995.0251>
- Wellborn GA (2000) Selection on a Sexually Dimorphic Trait in Ecotypes within the *Hyalella azteca* Species Complex (Amphipoda: Hyalellidae). *Am Midl Nat* 143:212–225. [https://doi.org/10.1674/0003-0031\(2000\)143\[0212:SOASDT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1674/0003-0031(2000)143[0212:SOASDT]2.0.CO;2)
- Williams JD, McDermott JJ (2004) Hermit crab biocoenoses: a worldwide review of the diversity and natural history of hermit crab associates. *J Exp Mar Biol Ecol* 305:1–128. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2004.02.020>

表 1. カニカゴの設置日と採集日、およびヤドカリの採取数. 一月あたりヤドカリが少なくとも 30 個体採取されるまで繰り返し採集した.

設置日	引揚げ日	採取個体数
2月14日	2月15日	99
3月1日	3月2日	75
4月14日	4月15日	32
5月9日	5月10日	33
6月1日	6月2日	34
7月11日	7月12日	25
7月12日	7月13日	36
8月8日	8月9日	4
8月9日	8月10日	12
8月10日	8月12日	1
8月15日	8月17日	19

表 2. 性別及び成熟段階の判別方法. 大高 et al. (2010) を参考に作成した.

性別	成熟段階	判断方法
メス	未抱卵メス Fv	覆卵葉をもつが剛毛がない
	抱卵メス Fb	覆卵葉に剛毛をもち、卵か孵化直後の幼体を抱える
	経産メス Fs	覆卵葉に剛毛をもち、卵を持たない
オス	オス M	生殖突起を持つ
幼体	幼体 J	上記の特徴を持たないか、小さく確認できない

表 3. 一般化線型モデルを用いて体長を考慮した一腹卵数の種間比較の結果. 誤差構造を負の二項分布, リンク関数を log に設定した. 説明変数に体長と種 (Melitidae gen. sp. = 0, *S. japonicus* = 1) を用いた. 解析されたサンプル数は 60 例 (Melitidae gen. sp. = 22, *S. japonicus* = 38) であった. 負の二項分布の分散パラメータは 5.534 であった. Residual deviance は 64.980, 自由度は 57 だった.

説明変数	推定値	標準誤差	<i>Z</i>	<i>p</i>
(切片)	0.552	0.746	0.740	0.459
体長	0.153	0.050	3.039	0.002
種 [<i>S. japonicus</i>]	1.151	0.206	5.580	<0.001

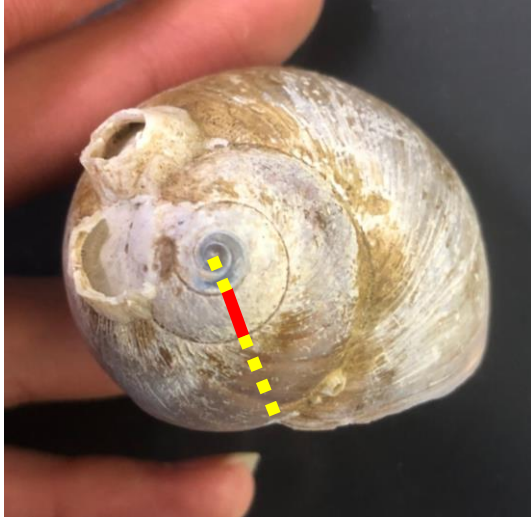


図1. ヤドカリがタマガイ科を利用していた場合の尾節後端が到達したとみなした部分
黄色の点線は滑層から殻頂までを結んだ直線を示している。赤色の実線は滑層から殻頂
までを結んだ直線のうち、次体層にかかる部分を示している。赤色の実線から殻頂までの
空間を上部、赤色の実線から殻口までの空間を下部とした。

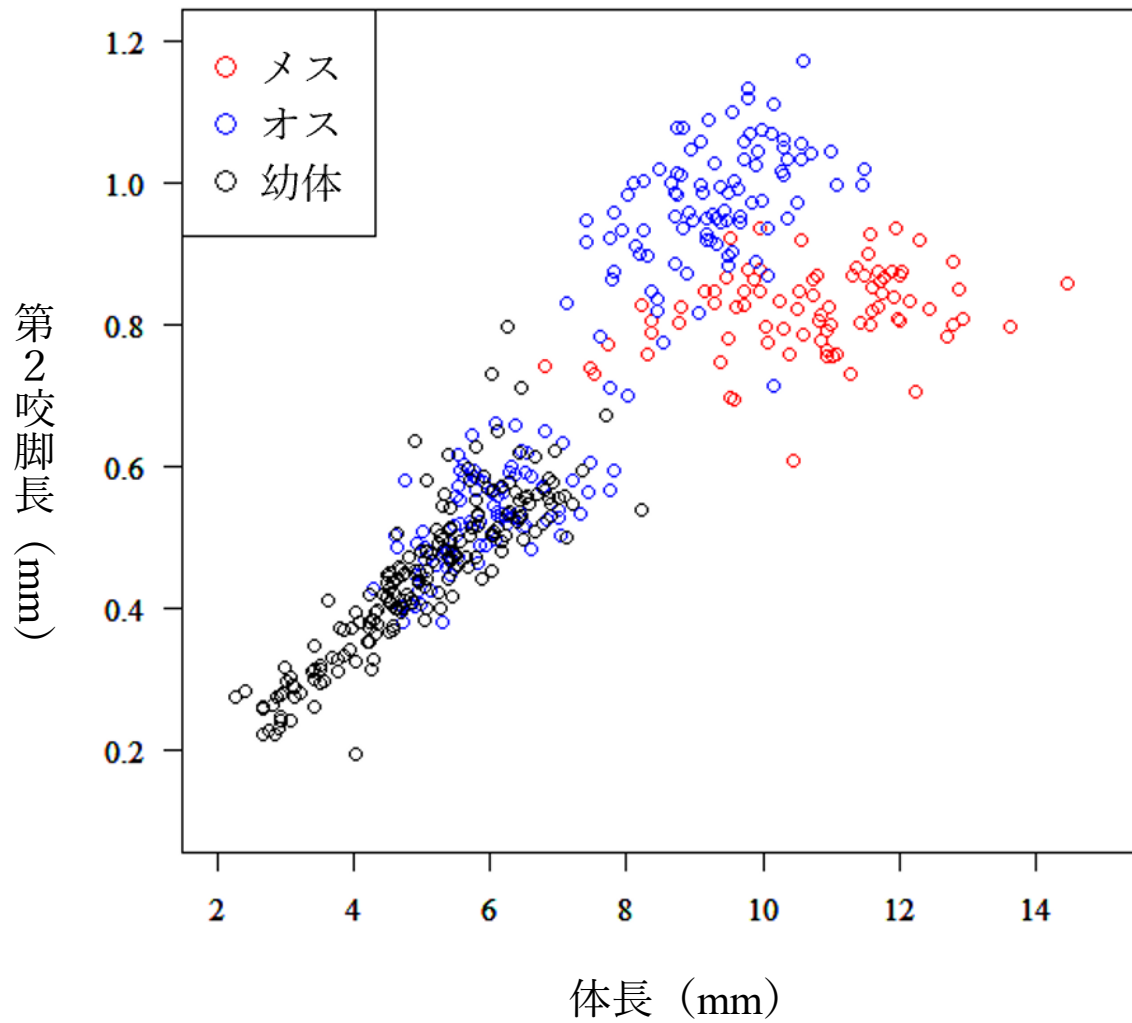


図2. *S. japonicus* における体長と第2咬脚長との関係とその性差. 赤色の点がメス, 青色の点がオス, 黒色の点が幼体を表す. 傾きはメスよりオスの方が大きい.

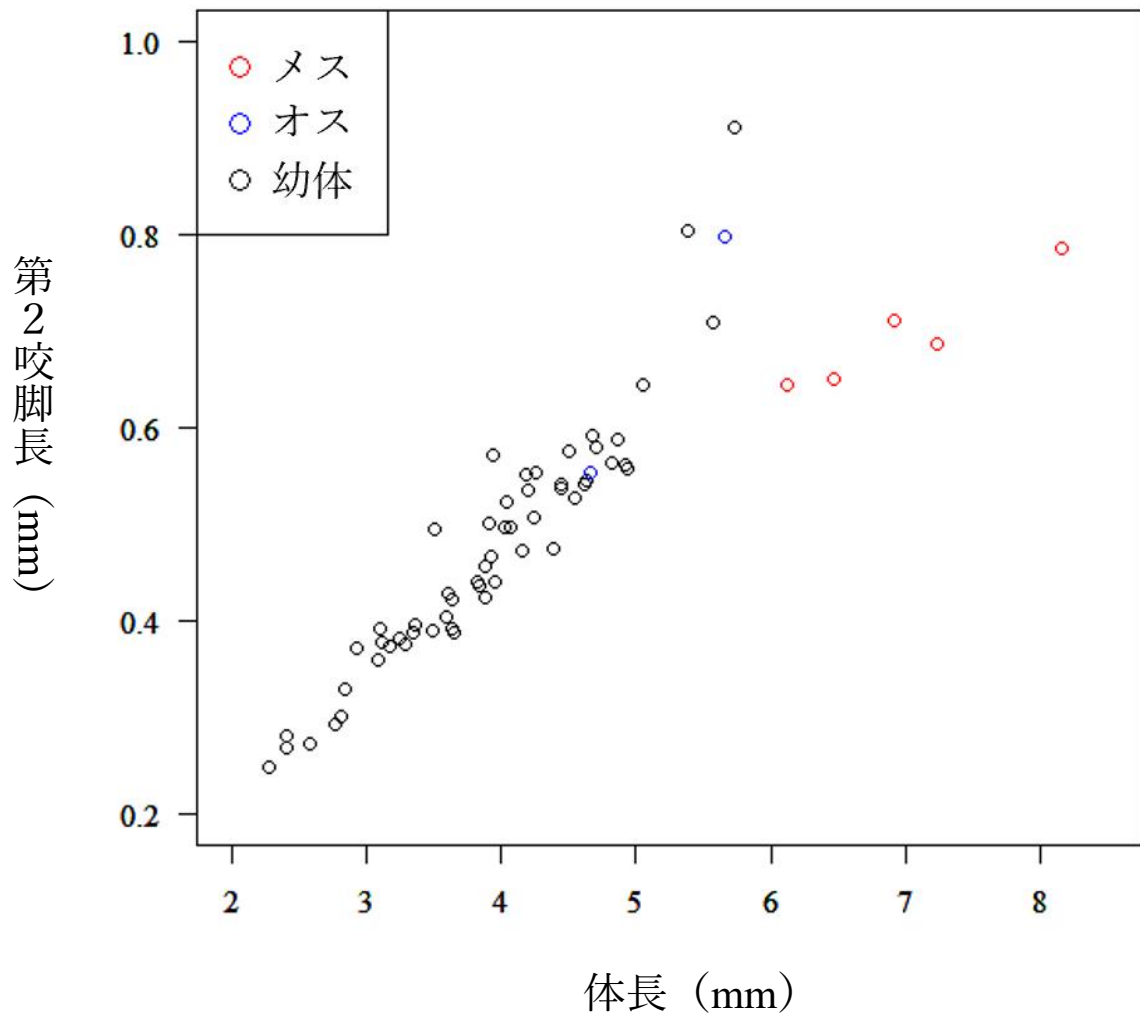


図3. *M. paguri* における体長と第2咬脚長との関係とその性差. 赤色の点がメス, 青色の点がオス, 黒色の点が幼体を表す. メスの点が幼体とオスの点と離れた位置にあり, 傾きもメスの方が小さい.

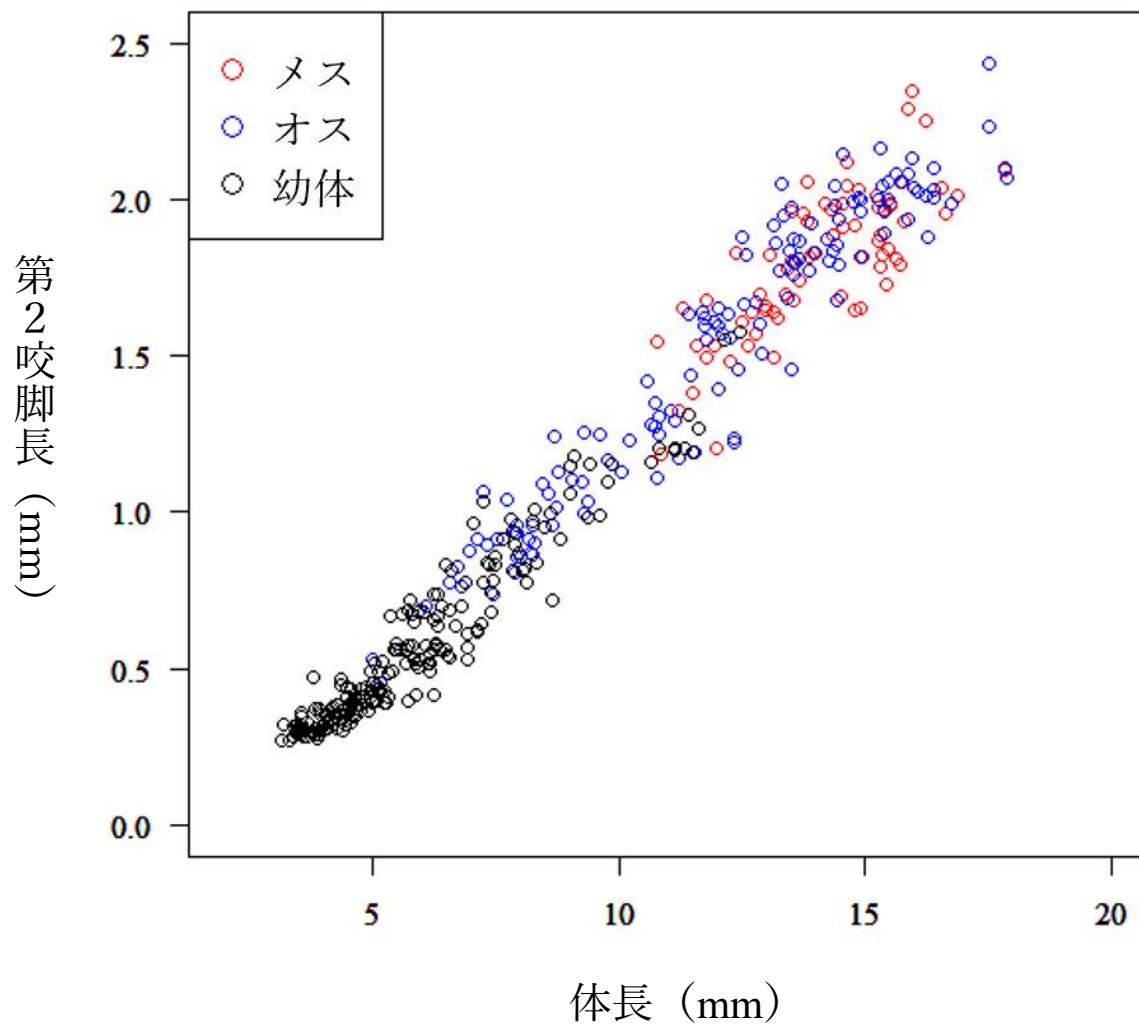


図4. Melitidae gen. sp.における体長と第2咬脚長との関係とその性差. 赤色の点がメス, 青色の点がオス, 黒色の点が幼体を表す. 体長と第2咬脚長の関係に明確な性差は見られなかった.

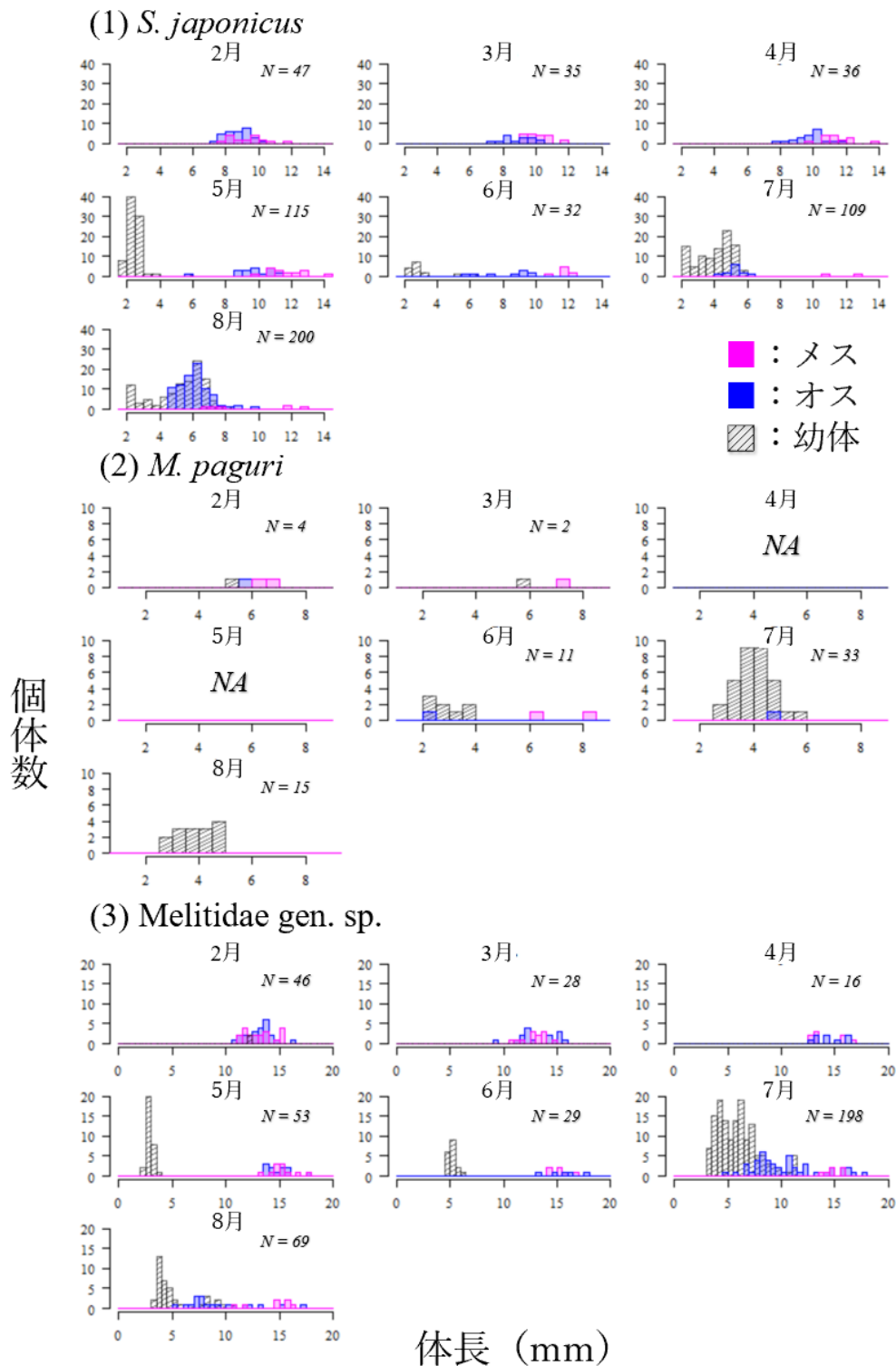


図5. *S. japonicus*, *M. paguri*, Melitidae gen. sp.における体長組成の性別ごとの季節変化。2月から8月の主語との体長組成を示した。赤色のグラフがメス、青色のグラフがオス、黒の斜線のグラフが幼体を示している。(1) *S. japonicus* の体長組成の季節変化。5月から新規加入が確認された。(2) *M. paguri* の体長組成の季節変化。6月から新規加入が確認された。(3) Melitidae gen. sp.の体長組成の季節変化。5月から新規加入が確認された。

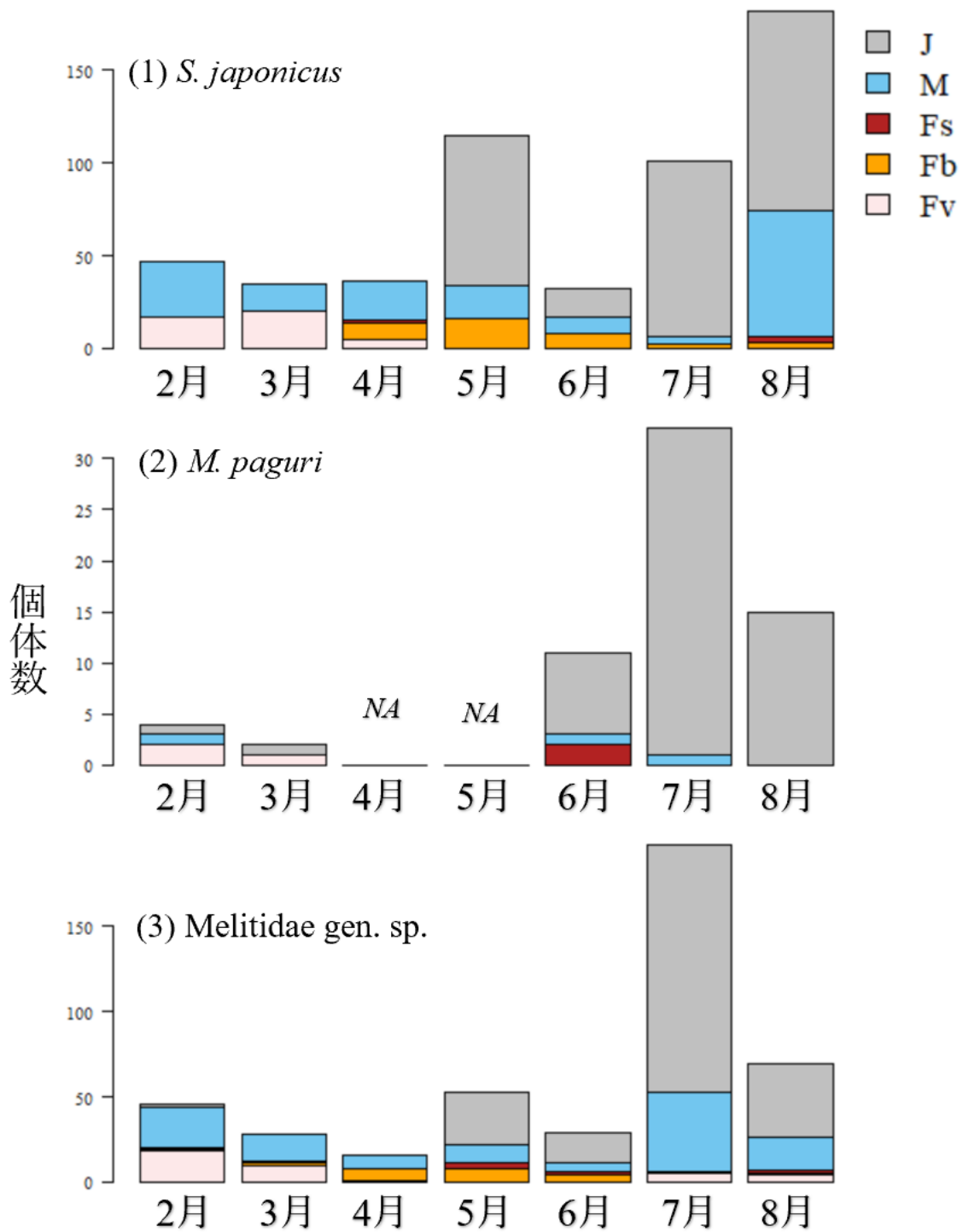


図6. *S. japonicus*, *M. paguri*, *Melitidae gen. sp.*における成熟段階の季節変化。(1) *S. japonicus*の成熟段階の季節変化。4月から8月にかけて抱卵し、5月から新規加入が見られた。(2) *M. paguri*の成熟段階の季節変化。6月にFsが確認された。6月から新規加入が確認された。(3) *Melitidae gen. sp.*の成熟段階の季節変化。4月から8月にかけて抱卵し、5月から新規加入が見られた。

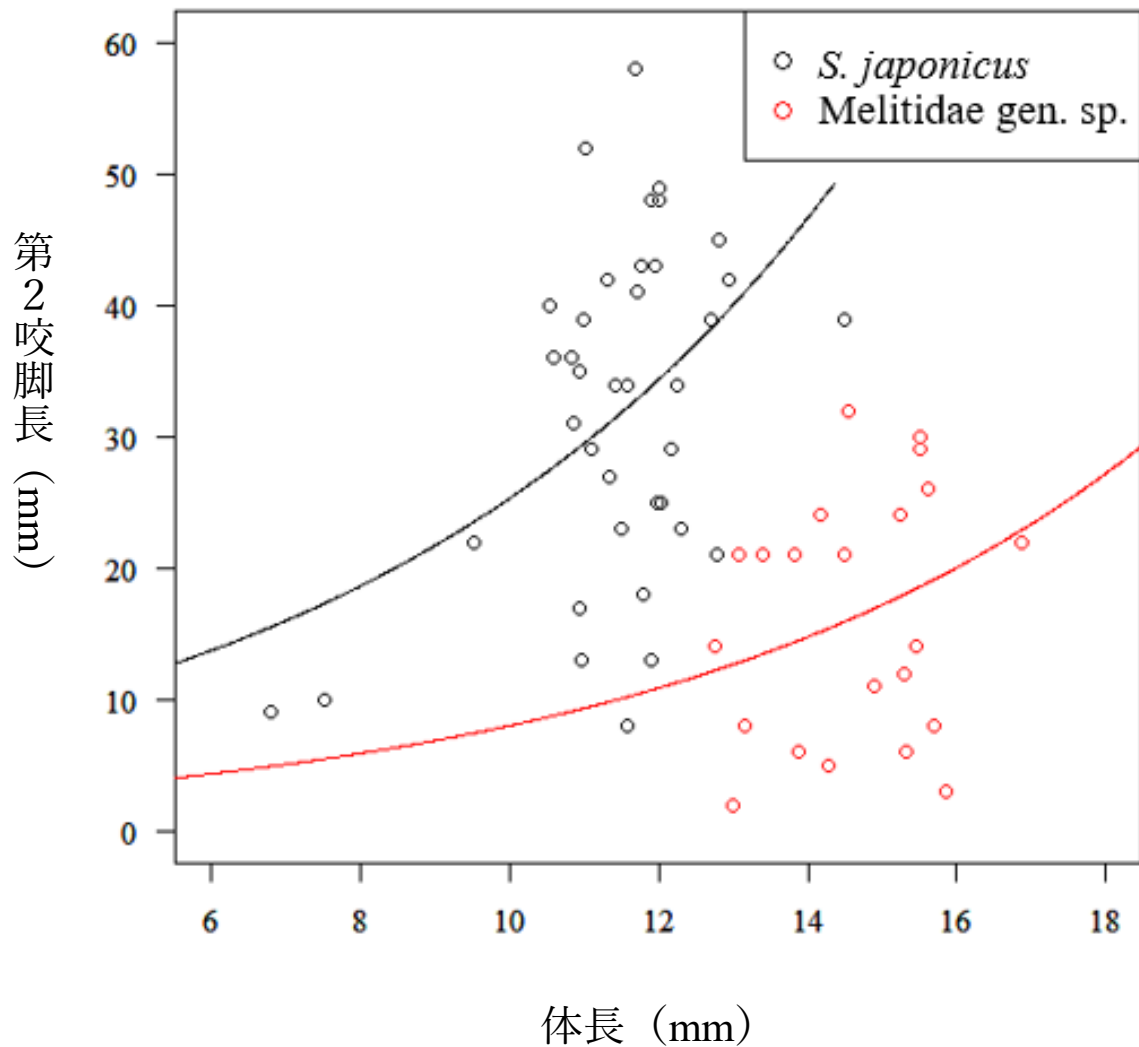


図7. 体長を考慮した一腹卵数の種間比較. 赤色の点と線が Melitidae gen. sp., 黒色の点と線が *S. japonicus* を表す. 体長を考慮しても, *S. japonicus* が Melitidae gen. sp. に比べて有意に多かった (GLM, 種[*S. japonicus*]: $Z = 5.580, p < 0.001$).

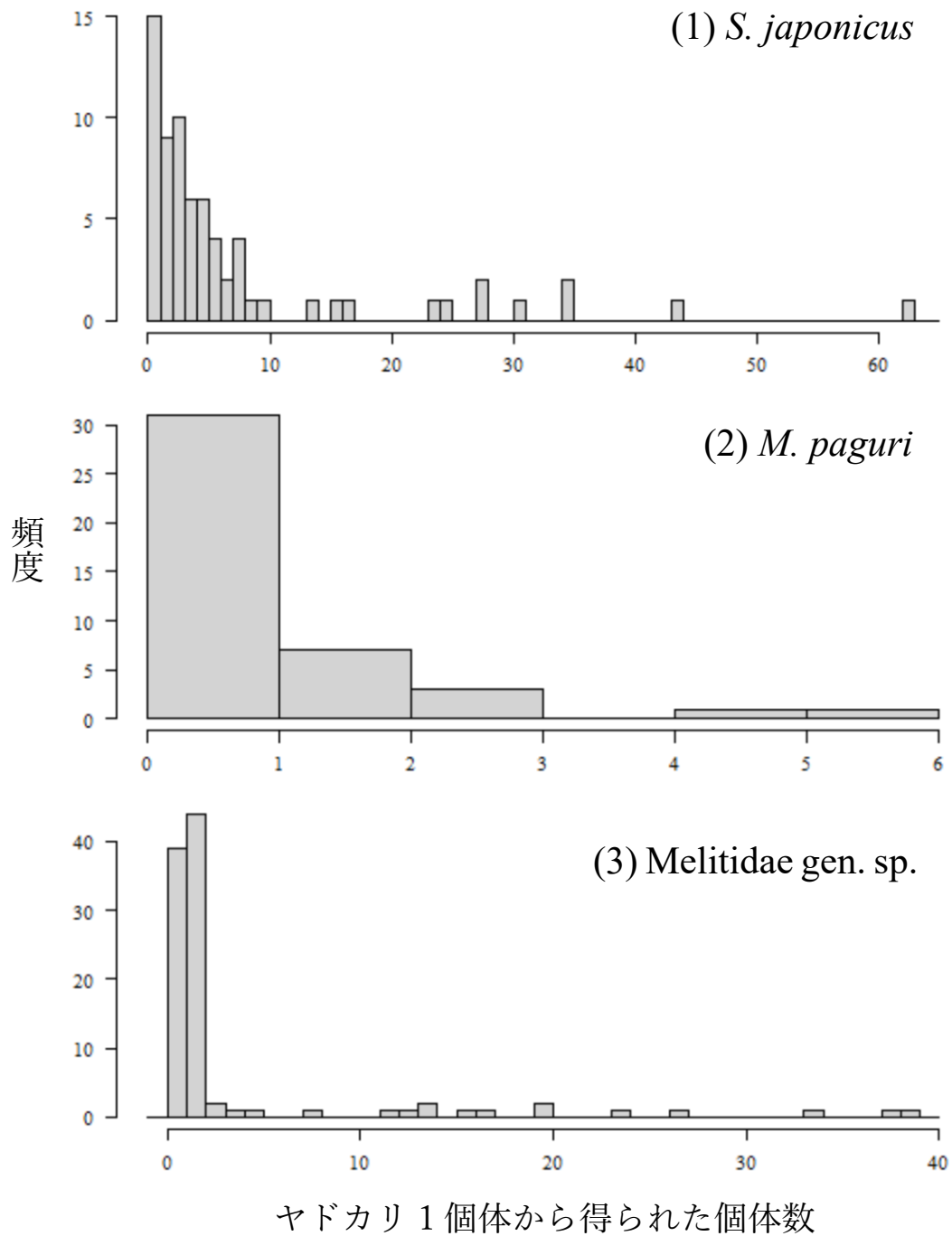


図8. ヤドカリ 1 個体から得られた (1) *S. japonicus*, (2) *M. paguri*, (3) Melitidae gen. sp.の個体数の分布. x 軸の幅はそれぞれのヒストグラムで異なるが, 階級幅は全て 1 に設定した. (1) *S. japonicus*, (2) *M. paguri* の個体数組成は 1 個体の階級が最も多く, 個体数が増えるにつれて徐々に頻度が少なくなる傾向が見られた. (3) Melitidae gen. sp. は 1 個体と 2 個体の階級が多く, 3 個体以上になると突然頻度が下がる傾向が見られた.

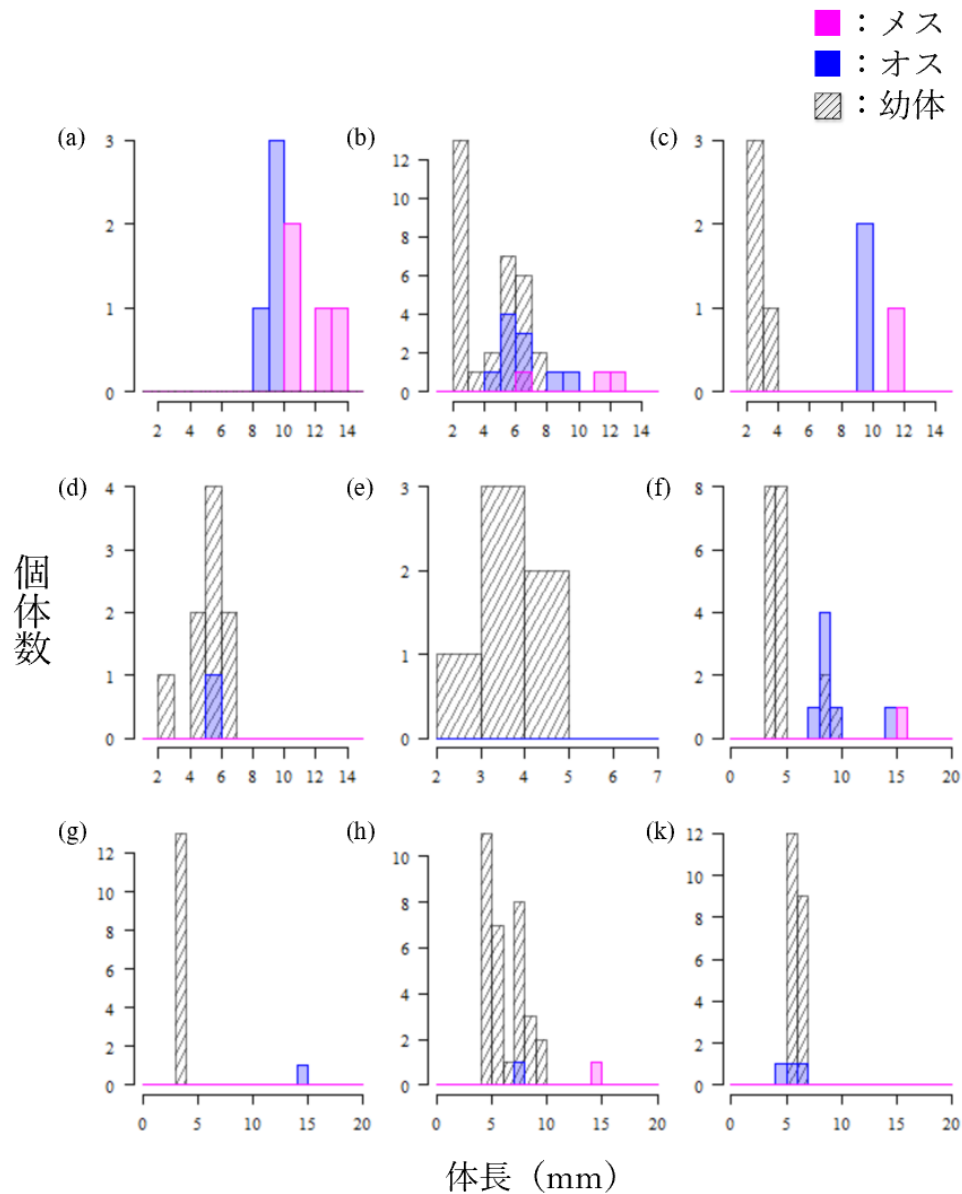


図9. ヤドカリ1個体から (a-d) *S. japonicus*, (e) *M. paguri*, (f-k) *Melitidae gen. sp.*が3個体以上得られた場合の性別ごとの体サイズ組成の例。(a) *S. japonicus*: 成長したオスとメスが複数同じ貝殻から観察された例。(b) *S. japonicus*: 幼体や小型オスの山が二つ見られた例。(c) *S. japonicus*: 幼体の山が一つ見られた例。(d) *S. japonicus*: 幼体と小型オスのみが見られた例。(e) *M. paguri*: 幼体のみが複数いる例。(f) *Melitidae gen. sp.*: 幼体や小型オスの山と離れた部分に、より大きな体長の雌雄ペアが見られた例。幼体や小型オスの山が2つ見られた例でもある。(g) *Melitidae gen. sp.*: 幼体や小型オスの山と離れた部分に、より大きな体長のオスが見られた例。幼体や小型オスの山が1つ見られた例でもある。(h) *Melitidae gen. sp.*: 幼体や小型オスの山と離れた部分に、より大きな体長のメスが見られた例。幼体や小型オスの山が2つ見られた例でもある。(k) *Melitidae gen. sp.*: 幼体と小型オスの山が一つで、その山から離れた部分に個体が見られなかった例。

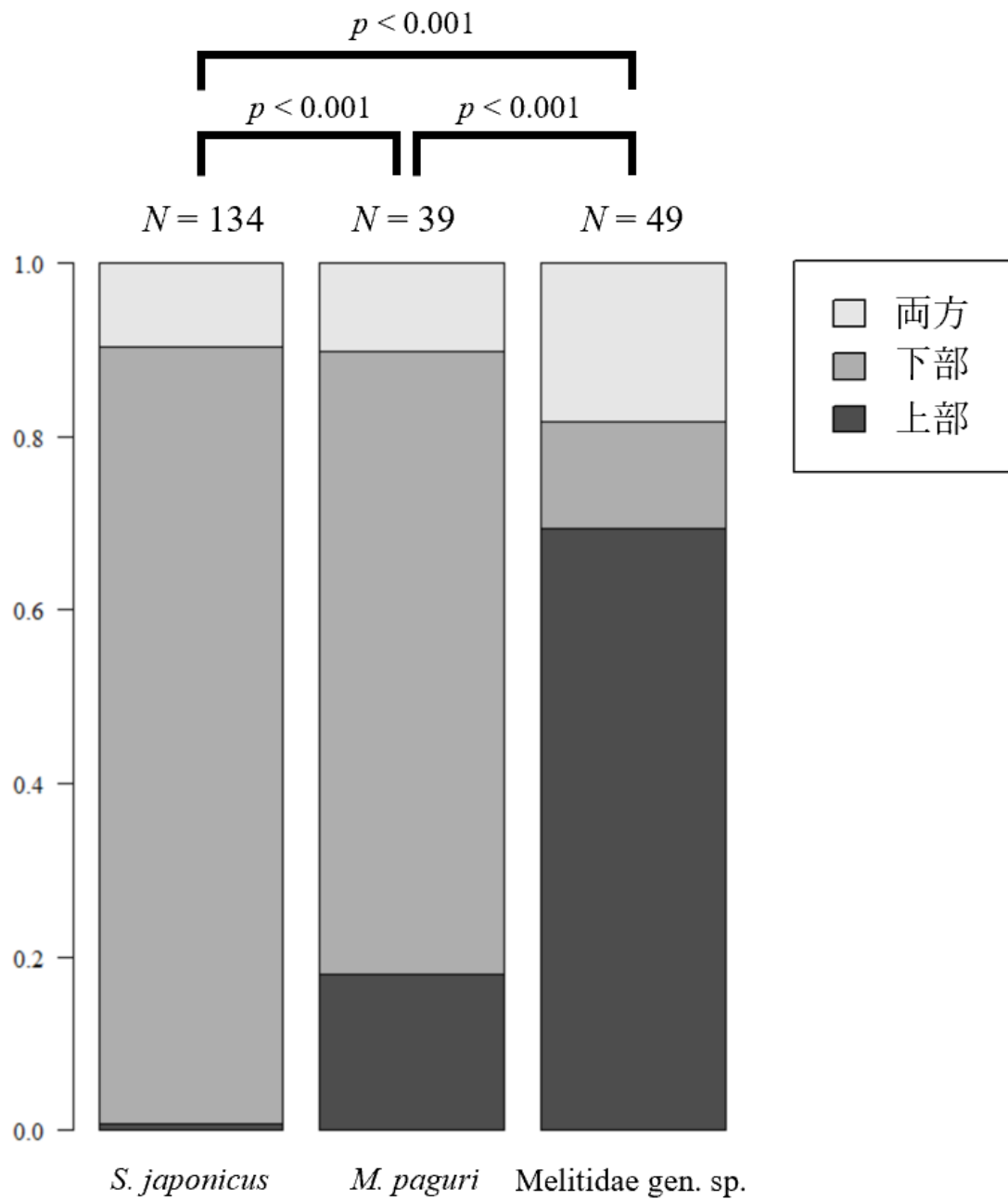


図 10. ヨコエビ 3 種における貝殻内の生息場所の割合. 左から *S. japonicus*, *M. paguri*, Melitidae gen. sp. の生息場所の割合を表す. 一つの貝殻からそれぞれの種が上部のみにいた場合, 下部のみにいた場合, 上部と下部の両方にいた場合でカテゴリを分けた. 3 種間で生息場所が有意に異なることが分かった (*S. japonicus* vs *M. paguri*, $p < 0.001$; *M. paguri* vs Melitidae gen. sp., $p < 0.001$; *S. japonicus* vs Melitidae gen. sp., $p < 0.001$, p 値を holm 法で補正) .